

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario



XXI Jornadas sobre Producción Animal

(2 0 2 5)

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

XXI JORNADAS **S**OBRE
PRODUCCIÓN **A**NIMAL

3 y 4 de junio de 2025
Zaragoza

COLABORAN:

Gobierno de Aragón
Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)
Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM Zaragoza)
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)
Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA)



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título: XXI Jornadas sobre Producción Animal

Edita: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos: Autores

Colección: Congresos y Jornadas

Serie: Producción Animal

Edición científica:

Luis Varona	Belén Lahoz
Claudia Baila	Francisco Maroto
Isabel Blanco-Penedo	Alberto Ortiz
Adriana Casao	Romi Pena
Lorena Castillejos	María Saura
Alba Cerisuelo	David Tejerina
Miguel Escribano	Arantxa Villagrà
Paula Gaspar	

Edición técnica:

María Salillas Fernández

Comité Organizador:

Alfonso Abecia	David López-Carbonell
Isabel Casasús	Guillermo Ripoll
Margalida Joy	Albina Sanz
M ^a Ángeles Latorre	Andrés Schlageter

Secretario administrativo: Joaquín Moreno Miguel

Foto portada: David López-Carbonell

XXI Jornadas sobre Producción Animal	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 930 – Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN: 978-84-09-72522-9 Depósito legal: Z-778-2025 Maquetación: Remedios Cordero
---	--	--

**Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario**

**AIDA no se solidariza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a los autores**

PATROCINADORES



C-LOCK INC.

THE EMPIRE OF GARNACHA



zoetis

COLABORADORES



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



CIHEAM
ZARAGOZA



Instituto Universitario de Investigación Mixto
Agroalimentario de Aragón
Universidad Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



GOBIERNO
DE ARAGON

PRÓLOGO

Como ya es tradición en los años impares, en este 2025 celebramos las XXI Jornadas de Producción Animal, organizadas por la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Desde su primera edición en 1985, este encuentro ha experimentado un crecimiento constante, consolidándose como el principal foro de intercambio científico y técnico entre los investigadores del ámbito de la producción animal. En esta nueva edición, las Jornadas trasladan su sede del Campus de Aula Dei a la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Este cambio responde al creciente éxito del evento, que en cada convocatoria ha visto incrementarse tanto el número de participantes como el de comunicaciones presentadas. En esta ocasión contamos con más de 300 comunicaciones científicas, distribuidas en las seis secciones temáticas tradicionales: Salud y Bienestar Animal, Calidad de los Productos, Genética, Nutrición-Alimentación, Reproducción y Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión. Además, se incorpora por primera vez una nueva sección dedicada a la Ganadería de Precisión, reflejo del avance tecnológico en el sector. Como en ediciones anteriores, se han convocado los Premios a los Jóvenes Investigadores en cada una de las secciones, con el objetivo de fomentar la investigación de calidad entre quienes inician su trayectoria científica.

Una producción animal verdaderamente sostenible debe lograr un equilibrio entre la productividad, el bienestar de los animales y la sostenibilidad ambiental y económica. En este contexto, el bienestar animal cobra una relevancia creciente, impulsado por las demandas de los consumidores y los requisitos del mercado, que cada vez con mayor frecuencia exigen certificaciones específicas. Por ello, en estas XXI Jornadas se ha hecho un esfuerzo especial por otorgar mayor protagonismo a los aspectos científicos y técnicos del bienestar animal en la producción ganadera. Destaca en este sentido la participación del profesor Peter Sandøe, de la Universidad de Copenhague, uno de los mayores expertos mundiales en ética y bienestar animal, quien tendrá a su cargo la ponencia inaugural, y a quien agradecemos sinceramente su generosa disposición. Asimismo, se ha organizado una mesa redonda en colaboración con la Unión de Entidades Españolas de Ciencia Animal (UEECA) bajo el título “Bienestar Animal y Ganadería Intensiva”, con la participación de representantes del ámbito académico, empresarial y de organizaciones defensoras del bienestar animal.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la celebración de estas Jornadas. En particular, al comité organizador, integrado por Margalida Joy, Isabel Casasús, Albina Sanz, Guillermo Ripoll, Andrés Schlageter, María Ángeles Latorre, Alfonso Abecia y David López-Carbonell, así como a la Junta Directiva de AIDA. Destacamos también la valiosa labor de Joaquín Moreno y María Salillas, y el compromiso de los coordinadores de sección.

Genética: Romi Pena y María Saura

Nutrición-Alimentación: Claudia Baila y Alba Cerisuelo

Ganadería de Precisión: Paco Maroto y Lorena Castillejos

Reproducción: Adriana Casao y Belén Lahoz

Salud y Bienestar Animal: Isabel Blanco y Arantxa Villagrà

Calidad de los Productos: David Tejerina y Alberto Ortiz

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Paula Gaspar y Miguel Escribano

También agradecemos el esfuerzo de los moderadores y demás colaboradores, cuya dedicación y generosidad hacen posible, año tras año, la continuidad de este encuentro. Finalmente, reconocemos el apoyo institucional y financiero de todas las entidades colaboradoras, en especial de la Universidad de Zaragoza, el CITA, el CIHEAM-Zaragoza, el IUCA y el IA2, cuyo respaldo ha sido fundamental para la organización de estas XXI Jornadas.

LUIS VARONA

Secretario de las XXI Jornadas sobre Producción Animal de AIDA

Martes, 3 de junio de 2025

Sección	Sistemas Ganaderos - Economía de Gestión	Nutrición y Alimentación		Reproducción	Genética		Sanidad y Bienestar Animal	Ganadería de Precisión	Calidad de los Productos
Lugar	Aula 1	Aula C	Aula 1	Aula Grados	Aula D	Aula Grados	Aula 7	Aula 2	Aula 6
8:30-9:00	Entrega de Documentación								
9:00-10:30	Acto Inaugural Ponencia inaugural: “Farm animal welfare at a time of crisis and uncertainty”. <i>Peter Sandoe (Profesor de bioética en la Universidad de Copenhague)</i>								
10:30-11:30	Mesa redonda: “Bienestar animal en la ganadería intensiva ” organizada por UEECA y AIDA								
11:30-12:00	Pausa café								
12:00-12:30	Sist. producción animal (8C) Mod. P. Gaspar	Nuevos métodos (4C) Mod. M. Font	-	Reproducción I (6C) Mod. R. Romar	Genética y ambiente I (6C) Mod. S. García-Ballesteros	-	Evaluación, diagnóstico y bioética (10C) Mod. D. Escribano	Sistemas extensivos (10C) Mod. J. Plaza y M.J. García	Consumidores y calidad avícola (7C) Mod. J.M. Lorenzo
12:30-13:00		COMIDA							
13:00-13:30		COMIDA							
13:30-14:00		COMIDA							
14:00-14:30	Gestión porcina (6C) Mod. J. Álvarez-Rodríguez	Alimentación y resiliencia (7C) Mod. D. Menoyo	Nu-Poster (28P) -	Reproducción II (6C) Mod. A. Vicente-Carrillo	Mejora salud y bienestar I (8C) Mod. C. Casto-Rebollo	-	COMIDA	COMIDA	COMIDA
14:30-15:00				Calidad rumiantes I (6C) Mod. J. García-Gudiño					
15:00-15:30					Resistencia antimicrobiana (4C) Mod. A. Casanova				
15:30-16:00							Cebo (4C) Mod. P. Merino		
16:00-16:30	Descanso								
16:30-17:00	Descanso								
17:00-18:00	-	Fermentación (5C) Mod. I. Goiri	Alim. primeras edades (5C) Mod. P. Medel	-	Genomas y evolución I (4C) Mod. E. Molinero	Predicción rendimiento anim. I (4C) Mod. Y. Ramayo-Caldas	Nutrición, estrés y manejo (4C) Mod. G. Liste	Pequeños rumiantes (4C) Mod. I. Rivelli	Calidad rumiantes II (4C) Mod. B. Panca
18:00-20:00	Vino Español								



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Facultad de Veterinaria – Universidad de Zaragoza

C. de Miguel Servet, 177 · 50013 Zaragoza · España

Tel.: +34 976 76 16 11

ACCESO A LA FACULTAD DE VETERINARIA



Sede y alrededores

ENTRADA

Facultad de Veterinaria

Parkin Felipe

Parking zona Industrial

Para Línea 25

Parada línea 25

Parada línea 38

Parada línea 38



Estación de cercanías
Miraflores

Llegar en coche:

La **Facultad de Veterinaria** se ubica en la entrada de Zaragoza, en el cruce de la carretera A-68 (carretera de Castellón) con la Ronda Hispanidad (Z-30 o Tercer Cinturón de circunvalación), lo que facilita el acceso desde diversas ciudades como Madrid, Bilbao, Logroño, Huesca, Barcelona, Teruel y Valencia. Como referencia adicional, el Pabellón Polideportivo Príncipe Felipe se encuentra muy cerca de la Facultad.

Una de las consideraciones a tomar al venir en coche desde la A2 o la A23 es que la entrada desde la carretera de Castellón está cortada por obras y una alternativa es tomar la salida 22.

Dónde aparcar

Aunque la Facultad de Veterinaria tiene un aparcamiento propio, éste es limitado y suele estar ocupado por el personal y los estudiantes de la propia Facultad. Por eso se ruega encarecidamente utilizar aparcamientos alternativos muy cercanos a la Facultad. Aquí proponemos unos posibles aparcamientos gratuitos donde poder aparcar:

- Parking Felipe: En la Ronda hispanidad. En google maps aparece como Parking Felipe, San José, 50013 Zaragoza
- Parking de la zona Industrial trasera a la Facultad: En google maps aparece como C. José Luis de la Natividad, 50013 Zaragoza.

Llegar en autobús:

Zaragoza dispone de una extensa red de transporte público. Las líneas de autobús 25 y 38 cuentan con paradas cercanas a la Facultad de Veterinaria, facilitando el acceso al campus. Para obtener información adicional puede consultar la web de la empresa de Transportes Avanza Zaragoza donde encontrará información de las rutas mencionadas y un mapa detallado de las mismas. Puede acceder en: <https://zaragoza.avanzagrupocom>.

Llegar en tren:

El AVE y otros trenes que llegan a Zaragoza tienen parada en la estación de Delicias, que está lejos de la Facultad. Para llegar desde Delicias hasta la Facultad se puede llegar en las líneas de autobús anteriormente mencionadas o en cercanías.

El tren de cercanías tiene parada en la estación de Miraflores, ubicada en el Camino del Junco, cerca del Pabellón Príncipe Felipe. Desde allí, la Facultad de Veterinaria se encuentra a unos 10 minutos a pie.

Para consultar los horarios actualizados según el origen y destino, puedes visitar el siguiente enlace: <https://www.renfe.com/es/es/cercanias/cercanias-zaragoza/horarios>.



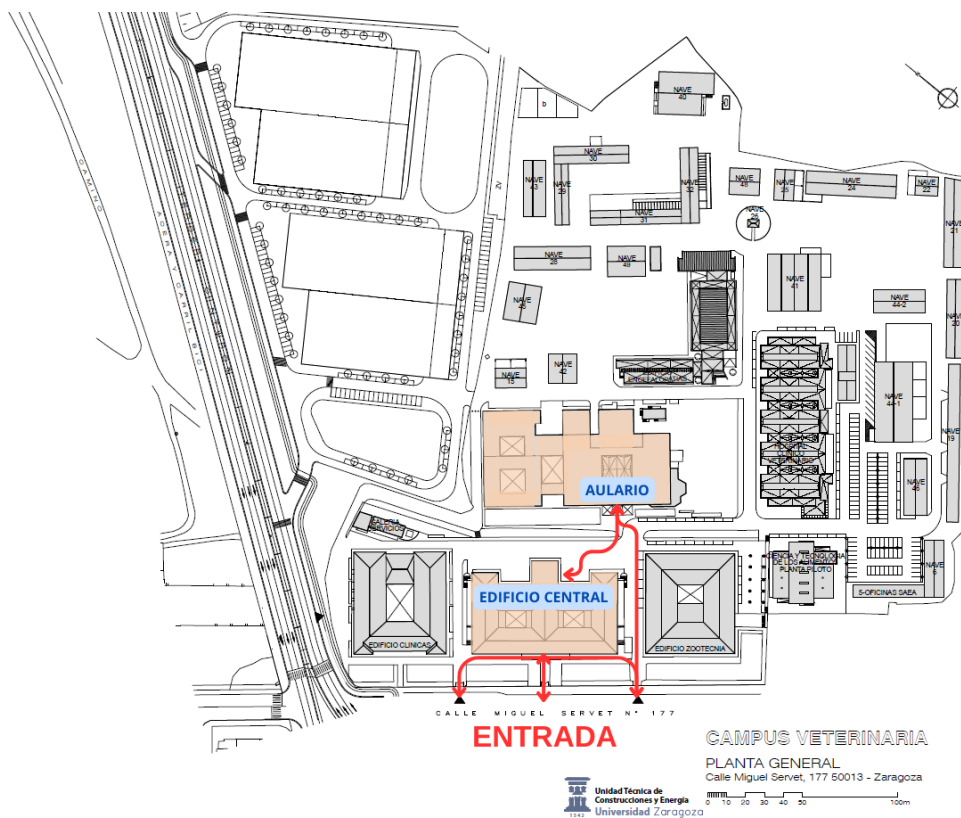
Imagen Plano de cercanías

PLANOS DE LA FACULTAD DE VETERINARIA

Los espacios utilizados durante las Jornadas sobre Producción Animal serán:

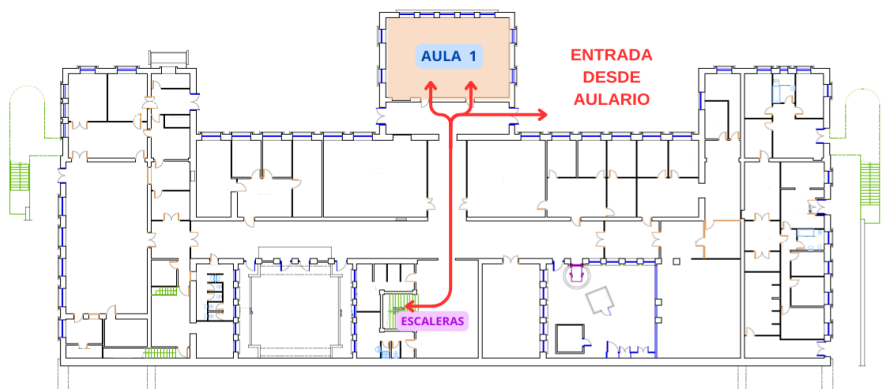
- **Sesiones de comunicaciones orales:** aulas 1, 2, 6 y 7 del edificio central, y aulas C, D y Aula de Grados del aulario.
- **Sesiones de pósteres:** pasillos de la primera planta del aulario.
- **Inauguración y mesa redonda:** salón de actos del aulario.
- **Comida, cafés y vino español:** cafetería y plazoleta del aulario.

Vista general:

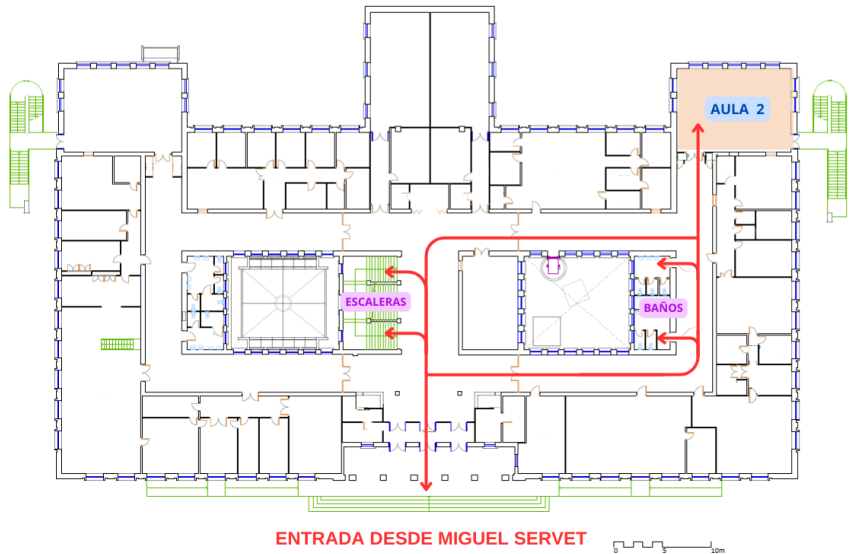


Edificio central:

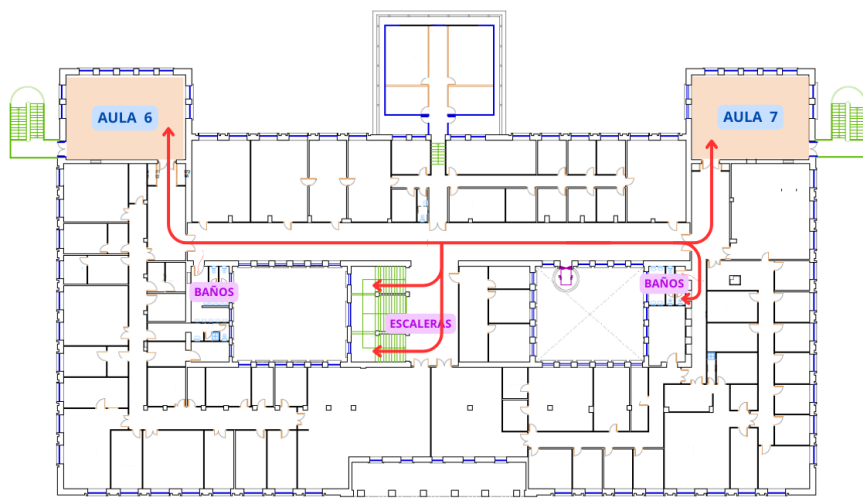
PLANTA SÓTANO



PLANTA BAJA

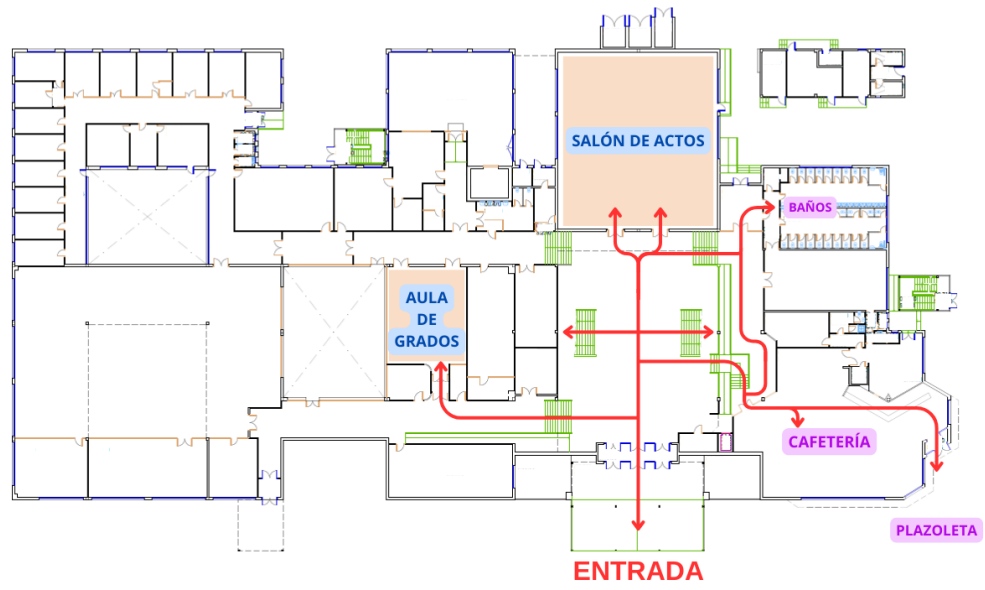


PRIMERA PLANTA

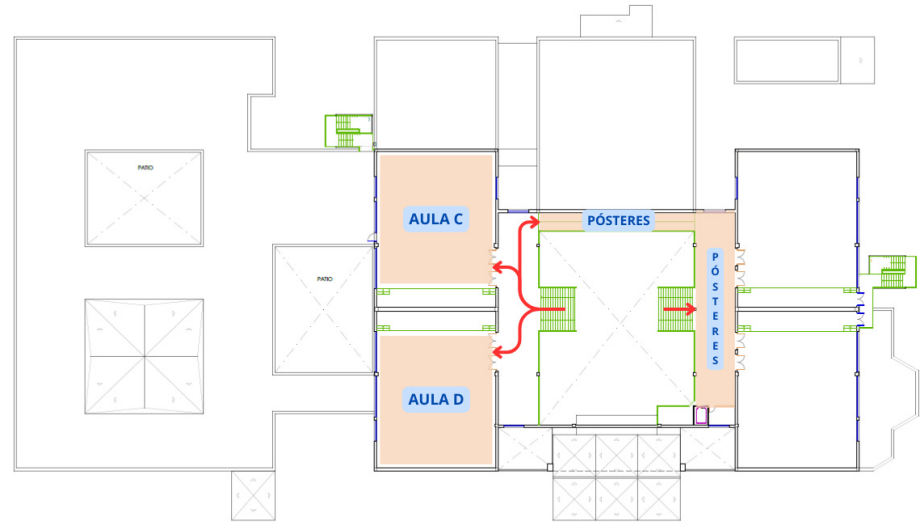


Aulario:

PLANTA BAJA



PRIMERA PLANTA



ÍNDICE

SISTEMAS GANADEROS/ECONOMÍA Y GESTIÓN

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Sistemas de producción animal

– COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO HASTA LAS 10 SEMANAS DE VIDA ENTRE 2 RAZAS DE GALLINAS: VALENCIANA DE CHULILLA Y LOHMANN BROWN CLASSIC. Esteve, I.C., Piquer, L., Martínez-Talaván, A., Martínez-Granell, M.M., Gómez, E.A., Cerisuelo, A. y Mocé, E.	3
– ESTUDIO PILOTO SOBRE LA CRÍA DE CONEJAS EN GRUPO. Manuelian, C.L., Salama, A.A.K., Such, X., Ruiz de la Torre, J.L., Casas, C., Costa, R. y Mora, F.X. . . .	4
– ALTERNATIVA A LA CRÍA COMPLETA DE ALEVÍN EN EXPLOTACIONES DE CEBO DE CARACOLES DEL VALLE MEDIO DEL EBRO. RECRÍA DE JUVENILES. Navarro, E., Miana-Mena, F.J. y Latorre, M.A.	5
– IMPACTO DEL MOMENTO DE SALIDA AL EXTERIOR EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE CRECIMIENTO LENTO. Nieto, J., Plaza, J., Pérez-García, M.E., Abecia, J.A. y Palacios, C.	6
– EFECTO DEL NÚMERO Y SEXO DE LOS HERMANOS SOBRE LA PRODUCCIÓN LECHERA FUTURA DE OVEJAS. Contreras-Solis, I., Abecia, J.A. y Palacios, C. . .	7
– EFECTO DE LOS DÍAS DE REPOSO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DEL PARTO POSTERIOR EN FUNCIÓN DEL NIVEL PRODUCTIVO EN OVEJAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE. Palacios, C., Guisado, M., Nieto, J., Plaza, J. y Abecia, J.A. . . .	8
– SEGUIMIENTO PRODUCTIVO DURANTE EL CEBO Y ANÁLISIS DE EFECTOS SISTEMÁTICOS EN EL PESO DE LA CANAL DE LA RAZA BOVINA MENORQUINA. Resconi, V.C., Mercadal, A., Seguí, A., Campo, M.M. y Varona, L.	9
– ESTUDIO DE PARÁMETROS DEL SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO EN CINCO EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS. Cerqueira, J.L., Silva, A.S.F., Mata, F., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra, J. y Araújo, J.P.	10

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Gestión del porcino: diseño, estructura y rentabilidad

– INFLUENCIA DEL DISEÑO DEL SUELO Y LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS DE ENGORDE. Hlel, N., Fajardo, B., Cano, C., Piquer, L., Iborra, I., Calvet, S., Estellés, F. y Díaz de Otálora, X.	11
– IMPACTO DEL DISEÑO DEL SUELO Y LA VENTILACIÓN AUXILIAR EN LA CALIDAD DEL AIRE EN SISTEMAS DE ENGORDE PORCINO. Hlel, N., Fajardo, B., Cano, C., Piquer, L., Iborra, I., Calvet, S., Estellés, F. y Díaz de Otálora, X.	12
– ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRADOS EN FUNCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y LA CAMPAÑA. Sánchez-Esquiliche, F., López-Carbonell, D., Gómez-Carballar, F., Márquez, A. y Varona, L.	13
– INTEGRACIÓN DE MODELOS DINÁMICO Y MECANICISTA PARA ESTIMAR Y PREDECIR EL CRECIMIENTO DEL CERDO IBÉRICO. Sánchez-Esquiliche, F., Herrera, N., Matos, G., Ramírez, G., Gutiérrez, J.P., Nieto, R., Muniesa, A. y Ferreira, C. . . .	14

- INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA CENSAL EN LA PRODUCTIVIDAD A LO LARGO DEL TIEMPO EN LAS GRANJAS DE CERDAS REPRODUCTORAS DE CAPA BLANCA. Sanz-Fernández, S., Díaz-Gaona, C., Simões, J., Casas-Rosal, J.C., Alòs, N., Tusell, L., Quintanilla, R. y Rodríguez-Estévez, V. 15

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Manejo ganadero y flujos de carbono

- RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO-AMBIENTAL DE EXPLOTACIONES GANADERAS EXTENSIVAS. Horrillo, A., Gaspar, P., Rodríguez-Ledesma, A., Moreno, G. y Escribano, M. 16
- PROPUESTA DE UNA LÍNEA BASE PARA LA CERTIFICACIÓN DE ABSORCIONES Y/O REDUCCIONES DE EMISIONES DE CARBONO EN UNA EXPLOTACIÓN GANADERA EN LA DEHESA. Horrillo, A., Escribano, M. y Moreno, G. 17
- PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS GANADEROS ECOLÓGICOS MULTI-ESPECIES. Muñoz-Ulecia, E., Grillot, M., Benoît, M. y Martin, G. 18
- EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS DE MANEJO SOBRE LA HUELLA DE CARBONO EN REBAÑOS DE OVINO. Ruiz, R., Bodas, R., Riaguas, L., Throude, S. y Del Hierro, O. 19
- EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO Y CIRCULARIDAD ALIMENTARIA ¿DEBEMOS EVALUAR EL ANIMAL O EL SISTEMA?. Álvarez-Rodríguez, J., Ryschawy, J., Grillot, M. y Martin, G. 20
- PASTOREO Y CUBIERTAS VEGETALES EN ALMENDRO DE SECANO: EFECTOS SOBRE EL SUELO, CALIDAD Y BIODIVERSIDAD VEGETAL. Lobón, S., Isla, R., Cijureda, A., Pardo, G., Mirás, J.M., Calvo, J.H. y Joy, M. 21

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Resiliencia y sostenibilidad

- ACCIONES Y ESTRATEGIAS DEL COVID-19 Y LA GUERRA DE UCRANIA PARA LA MEJORA DE LA RESILIENCIA DE SISTEMAS GANADEROS. Couto, M., Prat-Benhamou, A., Bernués, A., Lizarralde, J., Mandaluniz, N., Gaspar-García, P., Mena, Y., Mancilla-Leytón, J.M., Morales-Jerrett, E. y Martín-Collado, D. 22
- CONSIDERACIONES PARA AUMENTAR LA RESILIENCIA DE LOS SISTEMAS GANADEROS DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ESPAÑA A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE PERCEPCIONES. Lizarralde, J., Yanore, L., Soriano, B., Gaspar-García, P., Prat-Benhamou, A., Ruiz, R., Mancilla-Leytón, J.M., Morales-Jerrett, E., Bernués, A., Martín-Collado, D., Mandaluniz, N. y Ripoll-Bosch, R. 23
- INTEGRANDO LA RESILIENCIA EN LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL DE GANADERÍA. UN ESTUDIO DE CASO EN EL CAPRINO LECHERO, AMALTEUS. Mena, Y., Morales-Jerrett, E., Mancilla-Leytón, J.M., Prat-Benhamou, A. y Martín-Collado, D. . . . 24
- RC4GOAT: INNOVACIÓN DIGITAL PARA EL SECTOR CAPRINO ANDALUZ. Morales-Jerrett, E., Mena, Y., Mancilla-Leytón, J.M., Pleguezuelos, J. y Fernández, J. . . . 25
- EVIDENCIAS DE LAS CAPACIDADES DE RESILIENCIA DE LAS EXPLOTACIONES DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ESPAÑA. Prat-Benhamou, A., Olaizola, A.M., Soriano, B., Bernués, A., Lizarralde, J., Mandaluniz, N., Gaspar-García, P., Mena, Y., Mancilla-Leyton, J.M., Morales-Jerrett, E., Martín-Collado, D. 26
- EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN GRANJAS DE BROILERS EN EUROPA: PROYECTO MEATQUALITY. Reyes-Palomo, C., Sanz-Fernández, S., Rodríguez-Hernández, P., Díaz-Gaona, C. y Rodríguez-Estévez, V. 27

– FACTORES SOCIOECONÓMICOS QUE INTERVIENEN EN EL ABANDONO DE EXPLOTACIONES: UNA APROXIMACIÓN DESDE LAS RAZAS AUTÓCTONAS DE CASTILLA-LA MANCHA. Claros-Zafra, J., Angón, E., Arias, R., Canterero-Aparicio, M., Luque, M. y Perea, J.	28
– HETEROGENEIDAD EN LAS PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES SOBRE LA INCORPORACIÓN DE ADITIVOS NATURALES A PRODUCTOS. Díaz-Caro, C., Mesías, F.J., García-Torres, S., Palomo-Manzano, E. y Lami, O.	29
– DE LO QUE LOS CONSUMIDORES DICEN PREFERIR, A LO QUE LES GUSTA SABOREAR. García-Torres, S., Díaz-Caro, C., Mesías, F.J., Lami, O., Palomo-Manzano, E. . .	30
– PREFERENCIAS DE LOS GANADEROS PARA PARTICIPAR EN PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES. Varela, E., Olaizola, A.M. y Soliño, M. . . .	31
– FACTORES DETERMINANTES EN LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN BASE A PASTO EN GALICIA. Vázquez, I., Pérez, M., Valdes, B. y García, A.I. . . .	32

Sistemas Ganaderos/Economía y Gestión: Pósteres

– DISEÑO DE UNA CALCULADORA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE DEHESA. Gaspar, P., Rodríguez-Ledesma, A., Horrillo, A. y Escribano, M.	33
– VARIABLES EXPLICATIVAS DE LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE EXPLOTACIONES DE VACAS NODRIZAS EN ESPAÑA. Álvarez-Rodríguez, J., Villalba, D., Serrano-Pérez, B. y Sanz, A.	34

NUTRICIÓN-ALIMENTACIÓN

Nutrición-Alimentación: Nuevos métodos

– PRIMEROS PASOS EN LA PUESTA A PUNTO DE UNA TÉCNICA NO INVASIVA PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE VACIADO GÁSTRICO EN PORCINO. Heras-Molina, A., Marín, X., Castillo, M. y Pérez, J.F.	37
– POTENCIAL DEL SILICIO COMO MARCADOR INDIGESTIBLE EN CERDOS: COMPARACIÓN CON CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO Y ÓXIDO DE ITERBIO. Kaikat, I., Pérez, J.F., Llauradó-Calero, E., Piquer, L., Cerisuelo, A., Villarroja, I. y Solà-Oriol, D. . . .	38
– USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA DETERMINAR LA CONDICIÓN CORPORAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON DÉFICIT DE FÓSFORO Y CALCIO. Brun, A., Palacios-Duchicela, R. y Font-i-Furnols, M.	39
– PUESTA A PUNTO DE METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN PROTEICA EN CERDOS EN CRECIMIENTO. Sarri, L., Balcells, J., Seradj, A.R. y De la Fuente, G.	40

Nutrición-Alimentación: Alimentación y resiliencia

– EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON BETAÍNA O AMINOÁCIDOS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LA CERDA IBÉRICA LACTANTE SOMETIDA A ESTRÉS POR CALOR. García-Contreras, C., Sánchez-Esquiliche, F., Lachica, M., Fernández-Figares, I., Román, A., Gómez-Carballar, F., Ramírez-Hidalgo, L. y Nieto, R.	41
--	----

– EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON BETAÍNA O AMINOÁCIDOS SOBRE EL ESTADO METABÓLICO DE LA CERDA IBÉRICA LACTANTE SOMETIDA A ESTRÉS POR CALOR. García-Contreras, C., Sánchez-Esquiliche, F., Lachica, M., Fernández-Figares, I., Román, A., Gómez-Carballar, F., Ramírez-Hidalgo, L. y Nieto, R. . . .	42
– EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE UN ADITIVO FITOGÉNICO A BASE DE ESPECIAS Y EL NIVEL DE AMINOÁCIDOS AZUFRADOS, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS BROILER SOMETIDOS A ESTRÉS POR CALOR CÍCLICO. Maldonado-Ortiz, A.J., Sevillano, F., Herrero-Encinas, M., Ibáñez, M.A. y Menoyo, D.	43
– ¿CUÁNDO EMPIEZA A AFECTAR EL CALOR A LOS CERDOS IBÉRICOS? Lachica, M., Román, A., Fernández-Figares, I. y Nieto, R.	44
– IMPACTO DE LA METIONINA PROTEGIDA Y UN BUFFER COMERCIAL EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS PRIMERIZAS BAJO ESTRÉS TÉRMICO. Gómez, A., Yáñez-Ruiz, D.R., Rivelli, I., Romera, E., Ortega, A., Baños, M., Guesmi, N. y Romero-Huelva, M.	45
– EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE PUFA n-6 POR PUFA n-3 EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS SOMETIDAS A UN DESAFÍO INFLAMATORIO DE LA GLÁNDULA MAMARIA SOBRE SU RESILIENCIA: 1) RENDIMIENTO PRODUCTIVO. Barrio, E., Frutos, P., González-Merino, P., Toral, P.G., Fonseca, P.A.S. y Hervás, G.	46
– EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE PUFA n-6 POR PUFA n-3 EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS SOMETIDAS A UN DESAFÍO INFLAMATORIO DE LA GLÁNDULA MAMARIA SOBRE SU RESILIENCIA: 2) PARÁMETROS CLÍNICOS. Barrio, E., Hervás, G., Toral, P.G., Benavides, J. y Frutos, P.	47

Nutrición-Alimentación: Fermentación

– EFECTO DE LA ADICIÓN DE POSTBIÓTICOS <i>IN VITRO</i> EN DIFERENTES DIETAS SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL. García-Rodríguez, J., Campo-Celada, M., Menéndez-Miranda, M., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.	48
– EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MAXIVAL® EN EL CONCENTRADO SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN OVEJAS ALIMENTADAS CON DOS TIPOS DE FORRAJES. Rivelli, I., Sánchez, A., Haba, C., Ricaud, J.P., Pondet, M., Greuter, A. y Yáñez-Ruiz, D.R.	49
– EFECTO DE EXTRACTOS DE AJO Y FITOQUÍMICOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y EMISIONES DE METANO <i>IN VITRO</i> . Chekikene, A.H., Muñoz-Grein, J., Yáñez-Ruiz, D.R. y Belanche, A.	50
– EFECTO DE LA ADICIÓN DE POSTBIÓTICOS EN LA DIETA DE VACUNO LECHERO SOBRE LA EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO. Campo-Celada, M., García-Rodríguez, J., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.	51
– PRODUCCIÓN <i>IN VITRO</i> DE GAS Y METANO DE DIETAS DE VACUNO LECHERO SUPLEMENTADAS CON POSTBIÓTICOS. Campo-Celada, M., García-Rodríguez, J., Menéndez-Miranda, M., Rodríguez-Madrera, R., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F. . . .	52

Nutrición-Alimentación: Alimentación primeras edades

– EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE PIENSO PRESTARTER CON UN CONCENTRADO FIBROSO INSOLUBLE CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS LECHONES DE 23-44d. Rybicka, A., Vizcaíno, E. y Medel, P.	53
--	----

– EVALUACIÓN DE LA PREFERENCIA ALIMENTARIA EN LECHONES A PARTIR DE 15 DÍAS POST-DESTETE: EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PROCESADO Y FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO. Tej, O., Leskovec, J., Güell Saperas, M.C., Ferrando Cogollos, M.M. y Torrallardona, D.	54
– EFECTO DE PROCESADO TECNOLÓGICO Y LA PRESENTACIÓN DEL PIENSO SOBRE EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN LECHONES EN EL POST-DESTETE. Suppi, J., Tej, O., Llauredó-Calero, E., Leskovec, J., Torrallardona, D. y Solà-Oriol, D. . . .	55
– EFECTO DEL PROCESADO TECNOLÓGICO Y PRESENTACIÓN DEL CREEP-FEED SOBRE EL CONSUMO DEL LECHÓN LACTANTE. Suppi, J., Tej, O., Llauredó-Calero, E., Leskovec, J., Torrallardona, D. y Solà-Oriol, D.	56
– EFECTOS <i>IN VITRO</i> DE ADITIVOS NATURALES SOBRE LA FERMENTACIÓN CECAL EN LECHONES DESTETADOS. Muñoz-Grein, J., Chekikene, A.H., Fondevila, M., Latorre, M.A. y Belanche, A.	57

Nutrición-Alimentación: Nuevos alimentos

– EFECTO DE <i>ASPARAGOPSIS ARMATA</i> SOBRE EL PERFIL DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO <i>IN VITRO</i> . Nassrani, J., Garrido, L., Siurana, A., Santamaría, J., Golo, R. y Castillejos, L.	58
– ENRIQUECIMIENTO DE LA DIETA DEL VACUNO LECHERO CON LAS ALGAS <i>NANOCHLOROPSIS GADITANA</i> Y <i>ULVA</i> spp.: ACEPTABILIDAD DEL SUPLEMENTO Y BIODISPONIBILIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS. Shaklouf, M.M., Heras-Molina, A. y Terré, M. . .	59
– NECESIDADES DE ENERGÍA Y PROTEÍNA DIGESTIBLES PARA LARVAS JÓVENES DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> . Añón, T., Cambra-López, M., Fasce, B., Vozzo, S., López, M.C., Franch, J. y Pascual, J.J.	60
– EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AMINOÁCIDOS LIMITANTES SOBRE EL CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LARVAS DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> . Fatmi, H., Fernando, P., Fondevila, G. y Fondevila, M.	61
– SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> : EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> . Hassanien, M., Frutos, P., Hervás, G., Toral, P.G., Mendoza, A.G. y Baila, C.	62
– USO DE ACEITE DE MOSCA SOLDADO NEGRA COMO ALTERNATIVA A LOS ÁCIDOS GRASOS DESTILADOS DE PALMA EN LA DIETA DE OVEJAS EN LACTACIÓN: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA FERMENTACIÓN RUMINAL. Baila, C., Hervás, G., Renna, M., Gasco, L., Rastello, L., Barrio, E., González-Merino, P., Bolletta, V., Trespeuch, C., Frutos, P. y Toral, P.G.	63
– EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE <i>HERMETIA ILLUCENS</i> SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, RESPUESTA INMUNE, MICROBIOLOGÍA CECAL, MINERALIZACIÓN DE LA TIBIA Y EXCRECIÓN DE FÓSFORO DE POLLOS DE CEBO. Martínez, Y., Orozco, J. y Atehortua, M.	64
– INCLUSIÓN DE NOPAL FRESCO EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRAS LECHERAS. Arriaga-Jordán, C.M., Sainz, R.A. y Sainz-Ramírez, A.	65

Nutrición-Alimentación: Recursos locales-subproductos

– LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y BIOQUÍMICOS. Román, A., García-Contreras, C., Lachica, M., Nieto, R. y Fernández-Fígares, I.	66
--	----

– LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: EFECTOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES Y EL BALANCE DE NITRÓGENO. Román, A., García-Contreras, C., Lachica, M., Fernández-Figares, I. y Nieto, R.	67
– ADAPTACIÓN DE DIETAS CON ALBERJONES PARA CONTENER EL CRECIMIENTO DE CERDOS IBÉRICOS DE PIENSO. Gómez Izquierdo, E., Barrios, A., Guillamón, E., Martín-Pedrosa, M., Martín-Diana, A.B., Rauw, W.M., Gómez-Raya, L., López Nuez, P. y Gómez Fernández, J.	68
– INCLUSIÓN DE ALBERJONES EN DIETAS PARA CERDO IBÉRICO DE CEBO: RENDIMIENTO DE CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE. Gómez Fernández, J., Martín-Diana, A.B., Barrios, A., Sánchez, C.I., Guillamón, E., Martín-Pedrosa, M., Rauw, W.M., Gómez-Raya, L., López Nuez, P. y Gómez Izquierdo, E.	69
– INCLUSIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS EN DIETAS CON ORUJO DE ACEITUNA PARA CERDOS DE FINALIZACIÓN: EFECTOS EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y DIGESTIBILIDAD FECAL DE LOS NUTRIENTES Y ENERGÍA. Piquer, L., Piquer, O., García-Rebollar, P., Pérez-Calvo, E., Calderón, A., Belloumi, D., Cano, C. y Cerisuelo, A.	70
– EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RASPÓN DE UVA SOBRE LOS RENDIMIENTOS, EFICIENCIA Y METABOLITOS PLASMÁTICOS EN TERNEROS DURANTE SU FINALIZACIÓN. Bouhoula, M.F., Casasús, I., Lobón, S., Joy, M. y Blanco, M.	71
– SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS DE LA SOJA POR BAGAZO DE CERVEZA SECO Y HARINA DE GIRASOL EN EL PIENSO DE CORDEROS: EFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD, LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y METABOLITOS SANGUÍNEOS. Lema-Hurtado, J.L., Arroyo, J.M., Recalde, A., Heyko, D., de Evan, T., Alcamí-Aguado, A. y Carro, M.D.	72
– SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS DE LA SOJA POR BAGAZO DE CERVEZA SECO Y HARINA DE GIRASOL EN EL PIENSO DE CORDEROS: EFECTOS EN LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE. Lema-Hurtado, J.L., Arroyo, J.M., de Evan, T., Recalde, A., Mateo, J., Dehnavi, M. y Carro, M.D.	73
– VALORACIÓN NUTRITIVA DE ZANAHORIA, PUERRO Y PIMIENTO COMO INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA DIETAS DE RUMIANTES. Merino, N., Mateos, I., Saro, C., Díaz, A., Rodríguez, V., Valdés, C. y Ranilla, M.J.	74
– INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PIMIENTO EN DIETAS DE OVINO DE LECHE: ESTUDIOS <i>IN VITRO</i> . Mateos, I., Merino, N., Díaz, A., Saro, C., Rodríguez, V., López, S. y Ranilla, M.J.	75
– IMPACTO DE USO DE POSO DE CAFÉ EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS LECHERAS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, LA CALIDAD DE LA LECHE, LA PRODUCCIÓN DE METANO Y LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE LA CUAJADA. Medjadbi, M., Goiri, I., Atxaerandio, R., Charef, S.E., Benhissi, H., Ibarri, J., Iñarra, B., San Martín, D. y García-Rodríguez, A.	76

Nutrición-Alimentación: Nutrición y fisiología I

– BIOMARCADORES DE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN OVEJAS LECHERAS: ANÁLISIS METABOLÓMICO DIRIGIDO DE LA LECHE. Fonseca, P.A.S., Toral, P.G., Yáñez-Ruiz, D.R., Hervás, G. y Frutos, P.	77
– EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO EN TRES EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS. Cerqueira, J.L., Teixeira, A.F.A., Camiña, M., Cantalapiedra, J. y Araújo, J.P.	78

– EFECTO DEL MÉTODO DE ALIMENTACIÓN (INGREDIENTES ADMINISTRADOS POR SEPARADO O RACIÓN MEZCLADA COMPLETA) SOBRE LAS EMISIONES DE METANO EN EL GANADO VACUNO DE CEBO. Arbaoui, A., Gonzalo, G., Belanche, A. y de Vega, A.	79
– EFECTO DEL TIPO DE FUENTE DE PROTEÍNA EN SUSTITUTOS DE LECHE SOBRE LA CINÉTICA DE LOS METABOLITOS EN TERNERAS. El Yaakoubi, F., Guirradi, K., Manuelian, C.L., Caja, G. y Salama, A.A.K.	80
– EFECTO DEL DIÁMETRO DEL GRANULADO SOBRE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA, pH DEL RUMEN Y COMPORTAMIENTO ANIMAL EN TERNEROS ALIMENTADOS CON DIETAS RICAS EN CONCENTRADO. Verdú, M., Soldevila, X., Villalba, D. y Cucurull, J.	81
– PREDICCIÓN DEL PERFIL BIOQUÍMICO EN SANGRE DE TERNERAS POR NIR. Guirradi, K., El Yaakoubi, F., Albanell, E., Salama, A.A.K. y Manuelian, C.L.	82

Nutrición-Alimentación: Nutrición y fisiología II

– EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE FITASA EN PIENSO DE LECHONES SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, LA DIGESTIBILIDAD Y LA MINERALIZACIÓN ÓSEA. Vázquez, J., Ramos, J., Villca, B., Cordero, G. y Lizardo, R.	83
– EFECTO DE LA DEPLECIÓN-REPLECIÓN DE FÓSFORO EN LA DIETA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ÓSEAS DEL CERDO. Palacios-Duchicela, R., Font-i-Furnols, M. y Brun, A.	84
– EFECTO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA MOVILIZACIÓN DE RESERVAS DE CERDAS EN LACTACIÓN. López, E., Fornós, M., Gasa, J. y Solà-Oriol, D.	85
– EFECTO DEL HIERRO ADMINISTRADO VÍA AGUA DE BEBIDA EN EL CRECIMIENTO Y NIVELES DE HEMOGLOBINA EN LECHONES DESTETADOS. Sobrevia, L., Blavi, L., Laird, S., Ton Nu, M.A., Tibble, S. y Koppenol, A.	86
– EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA SALUD HEPÁTICA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS. Bonel, D.P., González, R., De Pablo, J.M., Chinchilla, B., Rodríguez, A. e Isabel, B. ...	87
– DATOS COMPOSICIONALES EN NUTRICIÓN ANIMAL. Navarro Marcos, C., de Evan, T., Arroyo, J.M. y Astiz-Blanco, S.	88

Nutrición-Alimentación: Materias primas

– APORTES NUTRITIVOS DE PASTOS DE ZONAS DE MONTAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE TERNEROS DE LA RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES. NW ASTURIAS. Osoro-Corsino, A., Roca-Fernández, A.I., López-Mosquera, M.E. y Barreiro, A.	89
– EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENSILADO DE UNA MEZCLA DE BAGAZO DE CERVEZA Y CAPOTA DE ALMENDRA. Alcamí-Aguado, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Recalde, A. y Carro, M.D.	90
– APROVECHAMIENTO DEL ORUJO DE TOMATE ENRIQUECIDO CON β -GLUCANOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL. Osorio, L., Aguilera, J.R., García, A.J., Cardoso, F., García, R. y Alcalde, M.J.	91

Nutrición-Alimentación: Pósteres

– EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON CASTAÑA EN LA CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA MUSCULAR EN DISTINTAS LOCALIZACIONES DEL 'PORCO CELTA'. Echegaray, N., Agregán, R., Pateiro, M., Bermúdez, R. y Lorenzo, J.M.	92
---	----

– EFECTO PROBIÓTICO DEL <i>LACTOBACILLUS REUTERI</i> CLP4 SOBRE EL CRECIMIENTO, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, MICROBIOLOGÍA CECAL, MINERALIZACIÓN DE LA TIBIA, INDICADORES SANGUÍNEOS Y EXCRECIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN POLLOS DE CEBO. Martínez, Y., Avellaneda, M. y Melara, E.	93
– DIFERENTES TIPOS Y FRACCIONES DE CALOSTRO PARA OPTIMIZAR LA SALUD INTESTINAL Y LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA <i>IN VITRO</i> EN LECHONES DESTETADOS. Muñoz-Grein, J., López, R., Solanas, E., Chekikene, A.H., Fondevila, M., Latorre, M.A. y Belanche, A.	94
– COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BAGAZO DE CERVEZA DE CERVECERAS INDUSTRIALES Y ARTESANALES. Lema-Hurtado, J.L., López, A., Macarrón I., Robledo, A., Recalde, A., de Evan, T., Alcamí, A., Carro, M.D y Arroyo, J.M. . .	95
– EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE CERDAS REPRODUCTORAS CON ANTIOXIDANTES SOBRE EL ESTATUS ANTIOXIDANTE DE SUS HIJAS A LOS 110 DÍAS DE EDAD. Heras-Molina, A., Gómez, G., Núñez, Y., Sánchez-Esquiliche, F., Gómez-Caballar, F., Olivares, A., González-Bulnes, A., Rey, A.I., Óvilo, C., García-Casco, J.M., Muñoz, M. y López-Bote, C.J.	96
– INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DEL CEBO DE TERNEROS: EFECTOS SOBRE LOS PARÁMETROS DE BIOHIDROGENACIÓN <i>IN VITRO</i> . Conesa, C., Baila, C., Joy, M., Lobón, S., Casasús, I., Villalba, D. y Blanco, M.	97
– USO DE ADITIVOS EN EL ENSILADO DE CAPOTA DE ALMENDRA: INFLUENCIA SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> . Recalde, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Alcamí-Aguado, A. y Carro, M.D.	98
– <i>IN VITRO</i> : DEGRADABILIDAD RUMINAL Y SÍNTESIS MICROBIANA DE METIONINA. Seradj, A.R., Guyader, J., Rajaei-Sharifabadi, H., de la Fuente, G., Sarri, L. y Balcells, J. . .	99
– DESCRIPTORES PRELIMINARES DE MANEJO HOLÍSTICO VS. ROTACIONAL EN EL SISTEMA EXTENSIVO OVINO. López-Gallego, F. y Rodríguez, P.L.	100
– EFECTO DE DIFERENTES ADITIVOS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO DE BAGAZO DE CERVEZA Y PULPA DE CÍTRICOS. Alcamí-Aguado, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Recalde, A. y Carro, M.D.	101
– LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: EFECTOS SOBRE LA HISTOLOGÍA INTESTINAL. Román, A., Fernández-Fígares, I., Lachica, M., García-Contreras, C. y Nieto, R.	102
– REPERCUSIÓN DE LA ALIMENTACIÓN CON MEZCLAS DE LEGUMBRES SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO IBÉRICO. Gómez Izquierdo, E., Gómez-Raya, L., Guillamón, E., Martín-Pedrosa, M., Astiz, S., Gómez Fernández, J., Martín-Diana, A.B., Barrios, A., García Vaquero, A. y Rauw, W.M. . . .	103
– HUELLA DE CARBONO DE LOS REBAÑOS DE PASTOREO TRADICIONAL. Salcedo, G., Solé, R., Pérez-Barbería, F.J. y Bodas, R.	104
– USO DE LA TIERRA DE LOS REBAÑOS EN PASTOREO TRADICIONAL. Salcedo, G., Solé, R., Pérez-Barbería, F.J. y Bodas, R.	105
– ¿QUÉ FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO (HARINA VS. GRANULADO) ES MÁS RECOMENDABLE PARA ESTIMULAR SU CONSUMO Y OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN LA CRÍA DE TERNEROS LACTANTES? Verdú, M., Soldevila, X. y Cucurull, J.	106
– ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE PASTOS PERMANENTES GESTIONADOS CON DISTINTAS CARGAS GANADERAS POR VACAS DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES EN ZONAS DE MONTAÑA. NW ASTURIAS. Osoro-Corsino, A., Barreiro, A., Roca-Fernández, A.I. y López-Mosquera, M.E.	107

– OPTIMIZACIÓN DE LOS NIVELES DIETÉTICOS DE CALCIO, FÓSFORO Y FITASA EN POLLOS BROILERS CRIADOS EN CONDICIONES EXPERIMENTALES. Soldevila, X., Farré, G., Llauradó-Calero, E., Barroeta, A.C. y Verdú, M.	108
– VALORACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL DE LA PROTEÍNA DE SUB-PRODUCTOS FIBROSOS PARA PORCINO MEDIANTE EL INCUBADOR DAISY ^{II} : EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACIÓN. Piquer, L., Piquer, O., García-Rebollar, P., De Caria, P. y Cerisuelo, A.	109
– ESTRATEGIAS ALIMENTICIAS EN LECHONES DESTETADOS CON BAJO PESO. Sobrevia, L., Blavi, L., Laird, S., Ton Nu, M.A., Tibble, S. y Koppenol, A.	110
– APLICACIÓN DE LA METABOLÓMICA DIRIGIDA PARA ESTUDIAR LOS FACTORES QUE PREDISPONEN A LA DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN LAS OVEJAS. Toral, P.G., Frutos, P., Della Badia, A., Yáñez-Ruiz, D.R. y Hervás, G.	111
– SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON QUITOSANO DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> : EFECTOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> . Baila, C., Toral, P.G., Hassanien, M.A.M., Barrio, E., Frutos, P. y Hervás, G.	112
– ESTRATEGIAS DE ESTERILIZACIÓN PARA OPTIMIZAR EL USO DEL ORUJO DE TOMATE EN ALIMENTACIÓN ANIMAL. Osorio, L., Aguilera, J.R., García, A.J., Barrero, B., Angón, E. y Alcalde, M.J.	113
– EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL DE LA INCLUSIÓN DE PULPA DE GAZPACHO EN UN PIENSO DE CEBO PARA OVINO. Sanchez-Garcia, A. y Martín García, I.	114
– EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE MODULADORES DEL <i>QUORUM SENSING</i> SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> . Navarro Marcos, C., de Evan, T., Arroyo, J.M. y Carro, M.D.	115
– EVOLUCIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL EN CERDAS DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN Y LACTACIÓN. Auseré-Holguín, A., Gómez-Conde, M.S. y Latorre, M.A.	116
– COMPARACIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL DE CERDAS EN EL MOMENTO DEL PARTO Y EN SU DESCENDENCIA AL NACIMIENTO. Auseré-Holguín, A., Gómez-Conde, M.S. y Latorre, M.A.	117
– EFECTO DE LA SEMILLA DE GIRASOL COMO FUENTE DE GRASA DIETARIA ALTERNATIVA AL ACEITE DE PALMA SOBRE LA EFICIENCIA, LA DIGESTIBILIDAD TOTAL APARENTE Y LA CALIDAD DE LA CANAL EN EL ENGORDE DE TERNEROS. Llónch, L., Martí, S., Riera, J., Mediña, C., Cucurull, J. y Devant, M.	118
– EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN CONCENTRADO FIBROSO INSOLUBLE CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE EN EL PERIODO PRESTARTER. Martín, A., Vizcaino, E. y Rybicka, A.	119

REPRODUCCIÓN

Reproducción: Reproducción I

– EVALUACIÓN DE UN KIT DE SEXAJE DE SEMEN EN CERDAS IBÉRICAS. García-Gudiño, J., Barraso, C., García-Sánchez, A., Izquierdo, M., Sánchez-Leo, A.I. y López-Gallego, F.	123
---	-----

– ACUAGLICEROPORINA 3 COMO POSIBLE MARCADOR PARA LA SELECCIÓN DE DONANTES DE SEMEN BOVINO. Alba, E., Castaño, C., Velázquez, R., Toledano-Díaz, A., Fernández-Alaez, P. y Santiago-Moreno, J.	124
– EL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA DOSIS SEMINAL EN LA CRIORRESISTENCIA ESPERMÁTICA DEL MACHO CABRÍO ESTÁ ASOCIADO A LA RELOCALIZACIÓN DE LA AQP3. Alba, E., Castaño, C., Velázquez, R., Toledano-Díaz, A., Arrebola, F.A., Fernández-Alaez, P. y Santiago-Moreno, J.	125
– INFLUENCIA DE LA RAZA Y LA TEMPERATURA DE INSEMINACIÓN EN LA FERTILIDAD DEL SEMEN DE GALLO REFRIGERADO. Bernal, B., Váradi, E., Drobnyák, A., Liptoi, K., Santiago-Moreno, J., de Kovel, C., Hiemstra, S.J., Woelders, H. y Végi, B. . .	126
– OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESCELULARIZACIÓN EN EL OVIDUCTO PORCINO. Gómez-Moreno, S.E., Martínez-López, C.R. y García-Vázquez, F.A. . . .	127
– EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE PROGESTERONA Y ESTRADIOL EN CERDAS SOMETIDAS A UN PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA. Quintero-Moreno, A., Barceló, M.D., Carrillo, J.D., Piñeiro-Silva, C., Matás, C. y Gadea, J. . . .	128

Reproducción: Reproducción II

– MÁS ALLÁ DEL ESPERMATOZOIDE: LA EVALUACIÓN DE LAS VESÍCULAS EXTRACELULARES EN LA CALIDAD DEL EYACULADO. Toledo-Guardiola, S.M., Moya-Fernández, A., Navarro-Serna, S. y Matás C.	129
– SELECCIÓN QUIMIOTÁCTICA DE ESPERMATOZOIDES MEDIANTE EL USO DE LAS VESÍCULAS EXTRACELULARES DEL FLUIDO FOLICULAR EN LA ESPECIE PORCINA: ANÁLISIS FUNCIONAL MEDIANTE EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN Y FECUNDACIÓN <i>IN VITRO</i> . Moya-Fernández, A., Toledo-Guardiola, S.M., Gervasi, M.G. y Matás, C.	130
– DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS MITOCONDRIALES DE ESPERMATOZOIDES DE VACUNO. Martínez-Rodrigo, L., Gacem, S., Sánchez Del Pino, M.M., Hidalgo, C.O., Tamargo, C., Santolaria, P., Yániz, J. y Silvestre, M.A.	131
– RELACIÓN ENTRE LOS METABOLITOS DEL MEDIO DE CULTIVO DE EMBRIONES BOVINOS Y SUS TASAS DE GESTACIÓN. Ferrer-Roda, M., Paramio, M.T., Lorenzo, A. y Catalá, M.G.	132
– IMPACTO DE LA SUBNUTRICIÓN DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN DE VACAS DE APTITUD CÁRNICA SOBRE EL TRANSCRIPTOMA DEL HÍGADO Y TEJIDO ADIPOSO SUBCUTÁNEO DE LA DESCENDENCIA. Escalera-Moreno, N., Villalba-Blanch, B., Villalba, D., Akesolo-Atutxa, O., López de Armentia, L., Noya, A., Monleón, E., Sanz, A., Álvarez-Rodríguez, J. y Serrano-Pérez, B.	133
– EFECTO DE LA OXITOCINA INTRANASAL SOBRE LA LIBIDO Y CALIDAD SEMINAL EN MACHOS CABRÍOS. Arrebola, F.A., Castillejo, E., Fernández, N., Guerrero, I. y Pérez C.C.	134

Reproducción: Reproducción III

– EFECTOS DE LA SUBNUTRICIÓN Y LA SUPLEMENTACIÓN CON HIDROXITIRO-SOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN EN LA VACA NODRIZA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y METABÓLICOS DE SUS TERNEROS DURANTE LA LACTACIÓN. López de Armentia, L., Sanz, A., Serrano-Pérez, B., Álvarez-Rodríguez, J., Villalba, D., Casasús, I., Escalera-Moreno, N., Quintans, G., Akesolo-Atutxa, O. y Noya, A.	135
---	-----

– DISMINUCIÓN DE LA FERTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN VACUNO DE LECHE ASOCIADA AL ESTRÉS TÉRMICO SEVERO EN EL PERIODO PERICONCEPCIONAL. Cuevas-Gómez, I., Lozano, J., Rizos, D. y Sánchez, J.M.	136
– IMPACTO DEL ETILPARABENO EN LA SÍNTESIS DE PROGESTERONA DURANTE LA MADURACIÓN <i>IN VITRO</i> EN OVOCITOS PORCINOS. Marcilla-Barreda, L., Martínez-López, C.R., Izquierdo-Rico, M.J., García-Vázquez, F.A. y Hernández-Caravaca, I. . . .	137
– PRUEBA DE CONCEPTO PARA EL USO DE MEDIOS DE CULTIVO EN FORMATO SECO EN LA DESCONGELACIÓN DE EMBRIONES BOVINOS PRODUCIDOS <i>IN VITRO</i> . Juan, A., Masegosa, A., Romero-Aguirregomez, J., Coy, P. y Romar, R. . . .	138
– INFLUENCIA DE LOS POLIMORFISMOS DEL GEN <i>MTNR1A</i> EN LA EXPRESIÓN DE LOS RECEPTORES MT1 Y MT2 EN ESPERMATOZOIDES OVINOS. Peña-Delgado, V., Carvajal-Serna, M., Noya, A., Canto, F., Macías, A., Laviña, A., Martín, E., Abecia, J.A., Pérez-Pe, R. y Casao, A.	139
– INFLUENCIA DEL POLIMORFISMO RsaI DEL GEN <i>MTNR1A</i> EN LOS PARÁMETROS TESTICULARES Y LOS NIVELES HORMONALES EN MACHOS OVINOS. Noya, A., Canto, F., Peña-Delgado, V., Carvajal-Serna, M., Casao, A., Abecia, J.A. y Pérez-Pe, R. . .	140

Reproducción: Reproducción IV

– PRODUCCIÓN DE EMBRIONES PORCINOS KNOCK-OUT PARA EL GEN <i>GBJ2</i> COMO MODELO DE SORDERA HUMANA ASOCIADA A CONEXINA 26. Piñeiro-Silva, C., García-Purriños, F. y Gadea, J.	141
– MEJORA DE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN EL CONEJO TRAS LA SUPLEMENTACIÓN DEL DILUYENTE DE CONGELACIÓN CON QUERCETINA. Vicente-Carrillo, A., Gimeno-Martos, S., Martín-San Juan, A., Fernández-González, J., Jordán-Rodríguez, D., Heredia-Amil, M., Andrés-Alejandro, S., Lorenzo, P.L., Rebollar, P., Álvarez-Rodríguez, M., García-García, R.M. y Arias-Álvarez, M.	142
– LA ADICIÓN DE GLICEROL Y EL ENVASADO A TEMPERATURA AMBIENTE NO AFECTA A LA CALIDAD DEL SEMEN DESCONGELADO DE CAPRINO. Esteve, I.C., Pérez-Fuentes, S., Martínez-Talaván, A., Solaro, L., Mocé, M.L., Gómez, E.A. y Mocé, E. . . .	143
– VIDA PRODUCTIVA Y NÚMERO DE PARTOS EN VACAS ABERDEEN-ANGUS. Vaz, P.S., Camiña, M., Cerqueira, J.L. y Araújo, J.P.	144
– EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN GRANJAS DE CERDAS DE CAPA BLANCA: INTERVALO DESTETE-CELO (IDC) E INTERVALO DESTETE-CUBRICIÓN FÉRTIL (IDCF). Sanz-Fernández, S., Rodríguez-Hernández, P., Florido Alfaro, R., Alòs, N., Tusell, L., Quintanilla, R. y Rodríguez-Estévez, V.	145

Reproducción: Pósteres

– EFECTO DEL ORÉGANO SECO EN LA PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GALLINAS AZUL EXTREMEÑA. Barraso, C., García-Gudiño, J., Vázquez, F., García, D., Márquez, F. y García-Sánchez, A.	146
– CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA SEMINAL EN TOROS CHAROLESES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL. Benito, A., Sarmiento, A., Montañés, M., Charef, S.E., Bodas, R., Vieira, C., Hernández, M., González, P., Cañete, A. y García, J.J.	147
– CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA SEMINAL EN TOROS LIMUSINES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL. Benito, A., Sarmiento, A., Montañés, M., Charef, S.E., Bodas, R., Vieira, C., Hernández, M., González, P., Cañete, A. y García, J.J. . . .	148

GENÉTICA

Genética: ¿Cómo influyen la genética y el ambiente en la producción animal? I

- DESEQUILIBRIO DE LIGAMIENTO, SELECCIÓN Y EL ÁLGEBRA DE VECTORES. Gómez-Raya, L., Peiró-Pastor, R. y Rauw, W.M. 151
- DERREGRESAR LOS CAMBIOS EN INFORMACIÓN DE LAS ESTIMACIONES SUCESIVAS DE VALOR DE CRÍA A LO LARGO DEL TIEMPO. Legarra, A., VanRaden, P.M., Mantysaari, E.A. y Sullivan, P.G. 152
- DETERMINISMO GENÉTICO DE LA SENSIBILIDAD A PERTURBACIONES AMBIENTALES DETECTADAS EN DATOS DE CONSUMO DE CERDO. Tusingwiire, T., Garcia-Baccino, C., Carillier, C., Lignesche, B., Larzul, C. y Vitezica, Z.G. 153
- TEMPERATURA CORPORAL COMO INDICADOR DE ROBUSTEZ EN LA FASE FINAL DE UN EXPERIMENTO DE SELECCIÓN DIVERGENTE EN RATONES. Formoso-Rafferty, N., El-Ouazizi El-Kahia, L., Ojeda-Marín, C., Perdomo-González, D., Pérez-Cabal, M.A., Gutiérrez, J.P. y Cervantes, I. 154
- ¿EXISTE INTERACCIÓN GENOTIPO-MODO DE ALIMENTACIÓN EN TRES LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS POR EFICIENCIA ALIMENTARIA? Sánchez, J.P., Cifuentes, L., Piles, M. y Pascual, M. 155
- INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE GENÉTICO EN LA PROLIFICIDAD DE LA RASA ARAGONESA. Macías, A.M., Martín, E., Laviña, A. y Varona, L. 156

Genética: ¿Cómo podemos mejorar la salud y el bienestar animal desde la genética? I

- INFLUENCIA FUNCIONAL DE LA HIPÓFISIS EN EL DESARROLLO DE LECHONES IBÉRICOS EN RESPUESTA A ESTRÉS TÉRMICO INTRAUTERINO Y SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON ANTIOXIDANTES. Vázquez-Ortego, P., Núñez, Y., García, F., Laviano, H., Magro, A., Escudero, R.M., Sánchez-Esquiliche, F., de las Heras-Molina, A., Óvilo, C., García-Casco, J.M. y Muñoz, M. 157
- EVALUACIÓN GENÉTICA DE MASTITIS CLÍNICA EN VACUNO DE LECHE ESPAÑOL. Pérez-Cabal, M.A., López-Paredes, J., Cervantes, I., Gutiérrez, J.P. y Charfeddine, N. ... 158
- BASE GENÉTICA DE LA RESPUESTA AL COMPLEJO RESPIRATORIO PORCINO. Laghouaouta, H., Fraile, L. y Pena, R.N. 159
- ¿QUÉ TANTO SE PARECEN LOS ANIMALES CLONADOS?: VARIABILIDAD MITOCONDRIAL EN CABALLOS DE POLO PRODUCIDOS POR TÉCNICAS DE TRANSFERENCIA NUCLEAR. Aranda, L.F., Arjona, M.Y., Labanca, M., Trigo, P., Sánchez, J.P., Molina, A. y Demyda-Peyrás, S. 160
- INTERACCIONES ENTRE EL MICROBIOMA Y EL METABOLOMA INTESTINAL EN UN MODELO PORCINO DE ESTRÉS SOCIAL PROLONGADO. Río-López, R., Vourlaki, I.T., Clavell-Sansalvador, A., Valdés, A., Padilla, L., García-Gil, J., Xifró, X., Ballester, M., Quintanilla, R., Dalmau, A. y Ramayo-Caldas, Y. 161
- RESPUESTA INFLAMATORIA EN MACHOS DE DOS LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIABILIDAD AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE LA CAMADA. Serrano-Jara, D., Argente, M.J. y García, M.L. 162
- ESTRATEGIAS DE CLASIFICACIÓN MICROBIANA BASADAS EN MODELOS RECURSIVOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CERDOS IBÉRICOS. Núñez, P., Martínez-Boggio, G., Casellas, J., Varona, L., Peñagaricano, F. e Ibáñez-Escriche, N. 163

- microHUB: UNA INICIATIVA INTERNACIONAL DE SELECCIÓN GENÓMICA PARA MODULAR EL MICROBIOMA RUMINAL. González-Recio, O., Pryce, J.E., Rowe, S., Sahana, G. y Gredler-Grandl, B. 164

Genética: ¿Qué revelan los genomas sobre la evolución de los animales domésticos? I

- ANÁLISIS GENÓMICO COMPARATIVO DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS DE BOVINO: EVOLUCIÓN PRELIMINAR DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN BOVINOS DEL SUR PENINSULAR EN LOS ÚLTIMOS SIETE MILENIOS. Anaya, G., Garrido, J., Martín de la Cruz, J. y Molina, A. 165
- ESTUDIO DE LA HUELLA DE LA SELECCIÓN DERIVADA DEL PROCESO DE DOMESTICACIÓN DEL CERDO. Vargas-Donayre, D., Ramos-Onsins, S., Noce, A., Clop, A. y Amills, M. 166
- ENSAMBLAJE *DE NOVO* DEL GENOMA DE DOS GALLINAS ESPAÑOLAS AUTÓCTONAS: CASTELLANA NEGRA Y ANDALUZA FRANCISCANA. Peiró-Pastor, R., Rauw, W.M. y Gómez-Raya, L. 167
- IMPACTO DE LA DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA SOBRE CARACTERES DE PRODUCCIÓN LECHERA EN LA RAZA OVINA MANCHEGA. Rubio-Juan, A., Ramón, M., Carabaño, M.J., Fernández, M.R. y Díaz, C. 168

Genética: ¿Hasta dónde podemos predecir el rendimiento de los animales? I

- *ENSEMBLE MODELS* PARA LA PREDICCIÓN DE CURVAS DE LACTACIÓN: APLICABILIDAD A LOS INDICADORES DE RESILIENCIA. Fonseca, P.A.S., Arribas-Gonzalo, R., Faria, A.C., Prates, M.O., Arranz, J.J., Gutiérrez-Gil, B. y Suárez-Vega, A. . . . 169
- EL MICROBIOMA COMO PREDICTOR DE EFICIENCIA EN CERDOS IBÉRICOS. Nuñez, P., Casto-Rebollo, C., Martínez-Boggio, G., Casellas, J., Varona, L., Pena, R., Peñagaricano, F. e Ibáñez-Escriche, N. 170
- OPTIMIZACIÓN DEL USO DE CRUZADOS EN EVALUACIONES GENÉTICAS DE GALLINAS DE PUESTA INCLUYENDO DOMINANCIA. Sánchez-Díaz, M., Ibáñez-Escriche, N., López-Carbonell, D. y Varona, L. 171
- MICROBIOTA INTESTINAL COMO PREDICTOR DE LA CALIDAD DE LA CARNE EN CERDOS IBÉRICOS. Azougagh, L., Casto-Rebollo, C., Hernández, P., Varona, L., Casellas, J., Negro, S. e Ibáñez-Escriche, N. 172

Genética: ¿Cómo contribuyen las nuevas herramientas genómicas al avance de la producción animal? I

- IMPACTO DE LA PROFUNDIDAD DE SECUENCIACIÓN EN LA CALIDAD DE LOS DATOS DE ESTUDIOS DE METATAXONOMÍA Y ENSAMBLAJE DE METAGENOMAS. Ramayo-Caldas, Y., Vourlaki, I.T., Clavell-Sansalvador, A., Río-López, R., García-Gil, J., Xifro, X. y Dalmau, A. 173
- ANÁLISIS DEL MICROBIOMA DE LA LECHE MANCHEGA: ILLUMINA VS. PACBIO. Heddi, I., Estellé, J., Garzón, A., Ramon, M., Martínez-Priego, L., Manzano, I. y Arias, R. . . . 174
- COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS MICROBIANO: PLS-DA, RANDOM FOREST Y BAYES-C. Biada, I., Tiezzi, F., Ibáñez-Escriche, N., García, M.L., Argente, M.J. y Santacreu, M.A. 175

– USO DEL APRENDIZAJE REPRESENTATIVO PARA LA PRIORIZACIÓN DE GENES ASOCIADOS A EFECTOS PLEIOTRÓPICOS EN GANADO OVINO DE LECHE. Fonseca, P.A.S., Suárez-Vega, A., Gutiérrez-Gil, B., Marina, H., Pelayo, R. y Arranz, J.J.	176
– REGIONES GENÓMICAS CON EFECTO DOMINANTE ASOCIADAS A LA ACUMULACIÓN DE GRASA EN CERDOS. Molinero, E., Pena, R.N., Estany, J. y Ros-Freixedes, R.	177
– HACIA LAS EVALUACIONES POST-GENÓMICAS: USO DE INFORMACIÓN EPIGENÉTICA EN PROGRAMAS DE MEJORA. López-Catalina, A., Reverter, A. y González-Recio, O.	178
– ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA TRANSFERENCIA FECAL DESDE UN MODELO PORCINO DE ESTRÉS CRÓNICO A RATONES AXÉNICOS. Clavell-Sansalvador, A., Martín-Rosique, R., Chadi, S., Rio-Lopez, R., García-Gil, J., Xifró, X., Dalmau, A. y Ramayo-Caldas, Y.	179

Genética: ¿Qué revelan los genomas sobre la evolución de los animales domésticos? II

– ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROGENITOR DE ORIGEN CON UN MODELO GAMÉTICO GENÓMICO PONDERADO. López-Carbonell, D., Vitezica, Z.G., Aguilar, I., Legarra, A. y Varona, L.	180
– IMPACTO DE LA CONSANGUINIDAD DEL HUÉSPED SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA MICROBIOTA VAGINAL EN OVINOS Y SU RELACIÓN CON LA TASA DE PREÑEZ. Reinoso-Peláez, E.L., Serrano, M., Fernández, A., Villanueva, B. y Saura, M.	181
– CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE CARACTERES DE METANO OBTENIDAS EN DIFERENTES PAÍSES CON DIFERENTES METODOLOGÍAS. Teran, E., Stephansen, R.B., Almasi, F., Milkevych, V., Miglior, F., Baes, C.F., Lassen, J., Pryce, J.E. y González-Recio, O.	182
– <i>DAIRY CATTLE BREEDING SIMULATION PROGRAM</i> (DCBSP) v.6.03, UN ENTORNO COMPETITIVO PARA IMPARTIR MEJORA GENÉTICA ANIMAL. Casellas, J., Medrano, J.F., Ahmadi, A. y Cánovas, Á.	183
– CONSANGUINIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA BASADA EN REGIONES DE HOMOCIGOSIS EN UNA POBLACIÓN CERRADA DE CERDOS IBÉRICOS. Palma-Granados, P., García-Casco, J.M., Ramón, M., Delgado-Gutiérrez, M.A., Sánchez-Esquiliche, F. y Muñoz, M.	184
– EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LAS HEMBRAS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA. Meneses, C., Carabaño, M.J., Ramón, M. y Díaz, C.	185

Genética: ¿Cómo podemos mejorar la salud y el bienestar animal desde la genética? II

– RoPIG: SELECCIÓN PARA ROBUSTEZ Y BIENESTAR EN CERDO IBÉRICO UTILIZANDO LA HOMOGENEIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO COMO CRITERIO DE SELECCIÓN. Cervantes, I., Formoso-Rafferty, N., Sánchez-Esquiliche, F., Márquez, F., Muñoz, M., García-Casco, J.M. y Gutiérrez, J.P.	186
– INFLUENCIA DEL GEN DEL RECEPTOR DE LEPTINA EN LA MICROBIOTA INTES-TINAL Y SU RELACIÓN CON LA ADIPOSIDAD EN CERDOS DUROC. Suárez-Mesa, R., Laghouaouta, H., Seradj, A.R., Ros-Freixedes, R., Pena, R.N. y Estany, J.	187
– BASE GENÉTICA DE LA TERMOTOLERANCIA A LO LARGO DE LAS LACTACIONES EN LAS RAZAS OVINAS LATXA Y MANCHEGA. Pineda-Quiroga, C., Granado-Tajada, I., Cañadas, G., Rubio-Juan, A., Carabaño, M.J., Ugarte, E. y Ramón, M.	188

– ESTRUCTURA GENÓMICA DE LA DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA RAZA BOVINA RENDENA. Hervás-Rivero, C., Gómez-Proto, G., Mancin, E., López-Carbonell, D., Sánchez-Díaz, M., Mantovani, R. y Varona, L. . . .	189
– IDENTIFICACIÓN DE REGIONES GENÓMICAS REGULADORAS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO EN EL TRANSCRIPTOMA HEPÁTICO PORCINO. Llobet-Cabau, F., Liu, J., Jové-Juncà, T., Castelló, A., Sánchez, A., Ballester, M. y Folch, J.M.	190
– REGIONES GENÓMICAS ASOCIADAS AL LIPIDOMA PLASMÁTICO Y LA INMUNIDAD EN PORCINO. Hernández-Banqué, C., Jové-Juncà, T., Portero-Otin, M., González-Rodríguez, O., Ballester, M. y Quintanilla, R.	191

Genética: ¿Hasta dónde podemos predecir el rendimiento de los animales? II

– PARÁMETROS GENÉTICOS PARA NUEVOS CARACTERES OBTENIDOS DE ROBOTS DE ORDEÑO EN VACUNO FRISÓN. Ramón, M., Charfeddine, N., Díaz, C., Alday, S. y Carabaño, M.J.	192
– LASTRE GENÉTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN GANADO OVINO FRANCÉS. Antonios, S., Rodríguez-Ramilo, S.T., Legarra, A., Astruc, J.M., Varona, L. y Vitezica, Z.G.	193
– ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE RESILIENCIA GENERAL Y SUS PARÁMETROS GENÉTICOS, A PARTIR DE DATOS DE PRODUCCIÓN DIARIA EN GANADO OVINO. Arribas-Gonzalo, R., Fonseca, P.A.S., Pelayo, R., Arranz, J.J., Suárez-Vega, A. y Gutiérrez-Gil, B.	194
– CARACTERIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO EN OVINO LATXO. Granado-Tajada, I., Pineda-Quiroga, C., Goiri, I., Benhissi, H., Medjadbi, M., Salom, A., Ugarte, E., García-Rodríguez, A. y Ramón, M.	195
– PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA INGERIDA POR GANADO VACUNO USANDO DATOS DE METAGENÓMICA RUMINAL. Sáez-Torillo, S.N., Nguyen, T., Lima, J., Roehe, R. y Martínez-Álvaro, M.	196
– EFECTO DE LA SELECCIÓN GENÉTICA POR EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CONEJOS DE CARNE SOBRE COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITRÓGENO. Cifuentes, L., Sánchez, J.P., Piles, M., Pascual, M. y Orengo, J. . . .	197

Genética: ¿Cómo influyen la genética y el ambiente en la producción animal? II

– COMPARACIÓN DE LA CONSANGUINIDAD GENÓMICA EN POBLACIONES CULTIVADAS Y SALVAJES DE DORADA Y LUBINA. López de la Torre, R., Fernández, A., Saura, M., Mir-Arribas, G., Villanueva, B., Fernández, J. y García-Ballesteros, S. . . .	198
– IMPACTO DE UNA RESTRICCIÓN PROTEICA EN CORDERAS DE REPOSICIÓN PREPUBERALES SOBRE EL TRANSCRIPTOMA HEPÁTICO DE SUS CRÍAS: UN ENFOQUE DE BIOLOGÍA DE SISTEMAS. Vrcan, M., Suárez-Vega, A., Fonseca, P.A.S., Pelayo, R., Arranz, J.J. y Gutiérrez-Gil, B.	199
– UN MODELO DE REGRESIÓN ALEATORIA BIVARIANTE PARA EL ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE. López-Carbonell, D., Sánchez-Díaz, M., Hervás-Rivero, C. y Varona, L.	200
– MOLÉCULAS EN LA LECHE QUE NOS CUENTAN LA VIDA DE LA VACA: RESPUESTA INFLAMATORIA. Forcada, S., Varela, L., Piñeiro, N., Abou el qassim, L., Montes, M., López-Benítez, K., Soldado, A., Menéndez-Miranda, M. y Royo, L.J. . . .	201

Genética: ¿Cómo contribuyen las nuevas herramientas genómicas al avance de la producción animal? II

– EL METABOLOMA, UN NUEVO FENOTIPO. ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PERFILES METABÓLICOS EN PLASMA Y SUERO. López-Martínez, J.L, Carabaño, M.J., Salama, A.A.K., Meneses, C., Ramón, M., Hernández-Pumar, A., González-Verdejo, C. y Díaz, C.	202
– ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA LA SUSCEPTIBILIDAD A LENTIVIRUS EN OVEJAS ASSAF. Pelayo, R., Fonseca, P.A.S., Vrcan, M., Suárez-Vega, A., Gutiérrez-Gil, B. y Arranz, J.J.	203
– <i>visualizeGO</i> : UNA HERRAMIENTA BIOINFORMÁTICA PARA LA INTERPRETACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE TÉRMINOS DE ONTOLOGÍA GÉNICA EN ESTUDIOS ÓMICOS. Alonso-García, M., Fonseca, P.A.S., Pelayo, R., Arranz, J.J., Gutiérrez-Gil, B. y Suárez-Vega, A.	204
– INCORPORACIÓN DE DATOS DE EXPRESIÓN GÉNICA DE SANGRE EN LA PREDICCIÓN GENÓMICA DE LA INMUNIDAD EN PORCINO. Jové-Juncà, T., Haas, V., Calus, M., Quintanilla, R. y Ballester, M.	205

Genética: Pósteres

– MOLÉCULAS EN LA LECHE QUE NOS CUENTAN LA VIDA DE LA VACA: LECHE ECOLÓGICA. Abou el qassim, L., de la Torre-Santos, S., Fernández, L., Calderón, P., Montes, M., Puga, S., López-Benítez, K., Gómez, C., Vicente, F., Menéndez-Miranda, M. y Royo, L.J.	206
– ESTUDIO PRELIMINAR DEL NIVEL DE HIBRIDACIÓN DE CAMÉLIDOS DE ÉPOCA ROMANA Y MEDIEVAL EN EL SUR DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y NORTE DE ÁFRICA. Anaya, G., Riquelme, J., Molina, A. y Garrido, J.	207
– MODELOS DE VARIANZA RESIDUAL HETEROGÉNEA CON EFECTOS GENÉTICOS DIRECTO Y MATERNO AFECTANDO AL CARÁCTER. Cervantes, I., Formoso-Rafferty, N. y Gutiérrez, J.P.	208
– VALIDACIÓN DE SNVs ASOCIADOS A LA RESILIENCIA EN LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS POR RESILIENCIA Y TAMAÑO DE CAMADA. Biada, I., Casto-Rebollo, C., Ibáñez-Escriche, N., García, M.L., Argente, M.J. y Santacreu, M.A.	209
– EVALUACIÓN DE LA CONEXIÓN ENTRE LAS POBLACIONES OVINAS MANECH TÊTE ROUSSE Y LATXA CARA RUBIA. Granado-Tajada, I., Rodríguez-Ramilo, S.T., Astruc, J.M. y Ugarte, E.	210
– PROBLEMAS DE FERTILIDAD EN MORUECOS: UNA MIRADA AL TRANSCRIPTOMA. Macías, A., Martín, E., Laviña, A., Pérez-Pe, R., Monteagudo, L.V. y Tejedor, M.T.	211
– EFECTO DEL ESTRÉS TÉRMICO Y DIETA EN CERDAS IBERICAS GESTANTES SOBRE LA EXPRESIÓN GÉNICA EN SANGRE DE LOS LECHONES. Núñez, Y., Gómez, G., García, F., García-Cabrero, A.M., Magro, A., de las Heras-Molina, A., Gómez, F., López-Bote, C.J., Óvilo, C., García-Casco, J.M. y Muñoz, M.	212

SALUD Y BIENESTAR ANIMAL

Salud y Bienestar Animal: Investigaciones en sanidad y bienestar animal: evaluación, diagnóstico y bioética

- ¿IMPORTAN LAS PRIMERAS IMPRESIONES? Hormaetxe, A., Eizaguirre, A., Liste, G., Keeling, L., Newberry, R., Averós, X. y Estévez, I. 215
- MAYORÍA vs. MINORÍA: ¿QUIÉN ES MÁS PESIMISTA? Eizaguirre, A., Hormaetxe, A., Averós, X., Beltrán de Heredia, I., Keeling, L. y Estévez, I. 216
- SIMPLIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DEL BIENESTAR PARA SU APLICACIÓN PRÁCTICA: CASO DEL POLLO DE CRECIMIENTO LENTO. Ruiz-Ferreras, A., Lavín, J.L., Estévez, I. y Averós, X. 217
- PROTOCOLO PARA MEDIR EL IMPACTO DEL ESTRÉS POR CALOR SOBRE EL BIENESTAR DE LAS AVES DE ENGORDE A TRAVÉS DEL COMPORTAMIENTO. Guevara, R.D., Maldonado-Ortiz, A.J., Sevillano, F., Llonch, P., Blanch, M. y Menoyo, D. . . 218
- MODIFICACIONES DE LA MICROBIOTA INTESTINAL ASOCIADAS CON EL SCRAPIE OVINO. Hernaiz, A., Grasa, L., De Diego-Abejón, P., León-Huertas, C., Marín, B., Badiola, J.J., Bolea, R., Zaragoza, P., Martín-Burriel, I. 219
- INCIDENCIA DE MAMITIS SUBCLÍNICA EN OVINO AL INICIO DE LACTACIÓN. Yang, Z., Cousirat, B., Such, X., Salama, A.A.K. y Manuelian, C.L. 220
- UN CRIBADO DE AGALACTIA CONTAGIOSA EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS DE ANDALUCÍA REVELA UNA COINFECCIÓN POR *MYCOPLASMA AGALACTIAE* Y *MYCOPLASMA MYCOIDES* subsp *CAPRI*. Macrí, M., Amills, M., Canales, A., Delgado, J.V., Fernández Álvarez, J., De la Fe, C. y Martínez-Martínez, A. 221
- USO DEL CLORURO DE LITIO PARA EL CONTROL POR VÍA SISTÉMICA DE VARRROOSIS EN ABEJAS EN CONDICIONES DE CAMPO ESPAÑOLAS. Caja, G., Elhadi, A., Blanch, J., Sancho, G., Albanell, E., Piedrafita, J. y Salama, A.A.K. 222
- DESCONTAMINACIÓN TÉRMICA DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL. Marco Lorente, P.A., Sola, D., Larrañaga, N., López, F., Badiola, J.J., Moreno, B., Bolea, R. y Otero, A. 223
- ANÁLISIS DEL PERFIL MICROBIANO EN UNA GRANJA PORCINA. Aranguren-Rivas, P., Pérez-Díaz, J.L., del Álamo, C., Peiró, S., Alcamí, A., Vázquez-Calvo, A., Calvo, L., Morales, P., Jiménez, B., Óvilo, C. y Muñoz, M. 224

Salud y Bienestar Animal: Sanidad animal y resistencia antimicrobiana: evaluación de protocolos y amenazas emergentes

- EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UN NUEVO PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LECHONES EN TRANSICIÓN. Andrés, R., Rodríguez, M., Mansilla, A., Rodríguez, E. y Morales, J. 225
- RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE *E. COLI* DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN. Lahoz, B., Jiménez de Bagüés, M.P., Juan, T., Calvete, C., Andrés-Barranco, S., González, J.M., Mainar-Jaime, R.C., Calvo, J.H. y Marín, C.M. 226
- RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE *CAMPYLOBACTER* spp. DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN. Lahoz, B., Alcalá, B., Jiménez de Bagüés, M.P., Juan, T., Calvete, C., Andrés-Barranco, S., González, J.M., Mainar-Jaime, R.C., Calvo, J.H. y Marín, C.M. 227

- RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE *ENTEROCOCCUS* spp. DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN. Lahoz, B., Jiménez de Bagües, M.P., Juan, T., Calvete, C., Andrés-Barranco, S., González, J.M., Mainar-Jaime, R.C., Calvo, J.H. y Marín, C.M. 228

Salud y Bienestar Animal: Estrategias para el bienestar y la calidad en la producción animal: nutrición, estrés y manejo

- EFECTO DE LA CADENA LOGÍSTICA PRE-SACRIFICIO EN CERDOS SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS Y LA CALIDAD DE LA CARNE. Huanca-Marca, N., Estévez-Moreno, L., María, G., Pastrana-Camacho, A. y Miranda-de la Loma, G. . . . 229
- EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE UN PREBIÓTICO COMPUESTO POR GLICANOS EN LA RESPUESTA AL ESTRÉS Y COMPORTAMIENTO DE CERDOS DE ENGORDE. Huenul, E., Solà-Oriol, D., Pérez-Calvo, E., Ren, W, Pérez, J.F. y Martín-Orúe, S.M. 230
- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL DURANTE LA GESTACIÓN SOBRE LA VIDA REPRODUCTIVA DE CERDAS IBÉRICAS NACIDAS DE MADRES PRIMÍPARAS. García-Casco, J.M., Palma-Granados, P., Ramírez-Hidalgo, L., Olivares, A., Sánchez-Esquiliche, F. y Muñoz, M. 231
- SUPLEMENTACIÓN CON EXTRACTOS DE PLANTAS EN TERNEROS DE ENGORDE: EFICIENCIA, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE. Llónch, L., Martí, S., Barbosa, F., Dolz, S. y Devant, M. 232

Salud y Bienestar Animal: Factores ambientales y fisiológicos en el bienestar y producción animal: estrés, manejo y calidad

- ESTUDIO DEL RIESGO DE DISEMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS DESDE HECE Y ESTIÉRCOL DE CORDEROS DE RASA ARAGONESA AL SUELO. Alcalá, B., García, M.S., González, J.M., Lahoz, B., Reinoso-Peláez, E.L., Juan, T., Andrés-Barranco, S., Arenas, J., Jiménez de Bagües, M.P., Mainar-Jaime, R.C., Calvete, C., Marín, C.M. y Calvo, J.H. 233
- ANÁLISIS DE SALIVA PARA EVALUAR EL BIENESTAR EN CERDAS SINCRONIZADAS Y SOMETIDAS A LAPAROTOMÍA PARA LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES. Quintero-Moreno, A., Barcelo, M.D., Pardo-Marín, L., Carrillo, J.D., Botía, M., Bordignon, V., Matás, C., Cerón, J. y Gadea, J. 234
- COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE IMMULITE XPi 2000 PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CORTISOL EN SALIVA PORCINA TRAS UN MODELO DE ESTRÉS POR TRANSPORTE. Escribano, D., Botía, M., Tecles, V.M., Ortín-Bustillo, A., López, M. y Cerón, J.J. 235
- BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS Y HEMATOLÓGICOS DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CERDOS DE ENGORDE. Arrazola, A., Piñero, M., Sánchez, J.P. y Quintanilla, R. 236
- EFECTO DE LA DENSIDAD ANIMAL SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANIMAL Y BIENESTAR EN TERNEROS ANGUS DE CEBO INTENSIVO. Roda, M., Verdú, M., Siurana, A., Soldevila, X., Salas, H. y Castillejos, L. 237
- IMPACTO DEL TIPO DE SUELO Y LA VENTILACIÓN ADICIONAL EN EL COMPORTAMIENTO EXCRETOR Y LA PRESENCIA DE HECE EN EL CUERPO DE LOS CERDOS DE ENGORDE. Cano, C., Villagrà, A., Hlel, N., Fajardo, B., Piquer, L., Iborra, I., Calvet, S., Estellés, F. y Díaz de Otálora, X. 238

– LOS EFECTOS DE LA DENSIDAD DE CORRAL EN LA PRODUCTIVIDAD Y BIEN- ESTAR ANIMAL EN LA FASE FINAL DEL ENGORDE DE CERDOS. Soldevila, X., Balart, M., Mainau, E. y Verdú, M.	239
– CONSECUENCIA DEL ENRIQUECIMIENTO DEL ESPACIO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO IBÉRICO. Rodríguez-Fernández, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I., Vivar-Quintana, A.M. y Revilla, I.	240

Salud y Bienestar Animal: Indicadores de bienestar, salud y desarrollo en animales:
de biomarcadores a percepción del consumidor

– MEDICIÓN DE OXITOCINA EN PELO PARA EVALUAR UN ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL OLFATIVO EN LÉMUR. Botía, M., Navarro, R., Hevia, M.L., Cerón, J.J. y Escribano, D.	241
– MIELOPEROXIDASA EN SANGRE ENTERA EN PROCESOS INFLAMATORIOS SÉPTICOS Y NO SÉPTICOS EN CERDOS: UN COMPLEMENTO AL HEMOGRAMA. Botía, M., Tecles, V.M., Cerón, J.J. y Escribano, D.	242
– MEDICIÓN DE OXITOCINA EN SALIVA DE CERDO PARA EVALUAR EL BIENESTAR ASOCIADO A LA INTERACCIÓN CON HUMANOS. Escribano, D., Botía, M., López- Arjona, M., Hevia, M.L. y Cerón, J.J.	243
– DESARROLLO DE MODELOS <i>IN VITRO</i> BASADOS EN LA ESPECIE OVINA. Larrañaga, N., Gómez, J., Sola, D., Marco, P., Sevilla, E., Badiola, J.J., Otero, A. y Bolea, R.	244
– EFECTO DE LA DIARREA NEONATAL Y EL SÍNDROME RESPIRATORIO PADECIDOS EN LOS PRIMEROS 90 DÍAS DE VIDA SOBRE LA REPRODUCCIÓN. Garay, G., Revilla, M.E., Cáceres, E., Carulla, P., Pérez-Navarro, A., Pesántez, J.L., González, J.V., Sebastián, F. y Astiz, S.	245
– CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE ÓRGANOS Y ESQUELETO EN LE- CHONES CON DIFERENTE CONFORMACIÓN CORPORAL AL NACIMIENTO. Sal- gado-López, P., Llauradó-Calero, E., Gasa, J. y Solà-Oriol, D.	246
– EFECTOS A CORTO Y MEDIO PLAZO DE LA DIARREA NEONATAL Y EL SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO PADECIDOS EN LOS PRIMEROS 90 DÍAS DE VIDA SO- BRE EL RITMO DE CRECIMIENTO Y LA MORTALIDAD EN TERNERAS HOLSTEIN DE RECRÍA. Garay, G., Cáceres, E., Revilla, M.E., Carulla, P., Pérez-Navarro, A., Pe- sántez, J.L., González, J.V., Sebastián, F. y Astiz, S.	247
– RELEVANCIA DEL BIENESTAR ANIMAL EN CONSUMIDORES DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS: ANÁLISIS DE COMENTARIOS ONLINE. Liste, G. y Gazzola, P. ...	248

GANADERÍA DE PRECISIÓN

Ganadería de precisión: Ganadería de precisión en sistemas extensivos

– EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE VALLADOS VIRTUALES PARA EL MANEJO DI- RIGIDO DEL GANADO EN PASTOS COMUNALES. Ferrer, V., Múgica, L., Aguilar, M., Ochoa, J., Eguinoa, P. y Aranguren, P.	251
– COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DEL GANADO OVINO Y VACUNO EN EL PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA. Padrón-Tejera, E., García-García, M.J., Torralbo-Muñoz, M.P., Pérez-Marín, D.C y Maroto-Molina, F.	252

– DETERMINACIÓN MEDIANTE GPS DEL PATRÓN DE ACTIVIDAD DE OVEJAS EN DIFERENTES SISTEMAS DE PASTOREO. Charef, S.E., Vieira, C., García-García, J.J., Benito, A. y Bodas, R.	253
– SENSORES DE PROXIMIDAD PARA LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DEL CELO EN VACAS EN EXTENSIVO. García-García, M.J., Padrón-Tejera, E., Torralbo-Muñoz, M.P., Pérez-Marín, D.C. y Maroto-Molina, F.	254
– CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE PARTO DE VACAS EN PASTOREO LIBRE A PARTIR DE DATOS RECOPIADOS CON COLLARES GNSS. Torralbo-Muñoz, M.P., García-García, M.J., Padrón-Tejera, E., Pérez-Marín, D.C. y Maroto-Molina, F.	255
– EFECTO DEL PAISAJE Y LA UNIDAD DE GESTIÓN EN EL RIESGO DE CONTACTO ENTRE EXPLOTACIONES VACUNAS EN PASTOREO EXTENSIVO. Urkijo, A., Sallorio, A.P., Martínez, A. y Albizu, A.	256
– GANADERÍA DE PRECISIÓN EN VACUNO DE LECHE: MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS VACAS EN PASTOREO. Mandaluniz, N., Elorza, J., Lopez, E., Mintegi, L. y Ruiz, R.	257
– INFLUENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS EN EL COMPORTAMIENTO DE BOVINOS DE LA RAZA MINHOTA EN SISTEMA EXTENSIVO. Paixão, G., Cerqueira, J.L., Mata, F., Camiña, M., Lopez Garcia, H. y Araújo, J.P.	258
– ACTIVIDAD LOCOMOTORA Y RELACIONES DE PROXIMIDAD DE VACAS NODRIZAS CON SUS TERNEROS. Abecia, J.A., Canto, F., Palacios, C., Nieto, J., Plaza, J., Pérez-García, M.E. y Torre, I.	259
– RELACIONES ENTRE VARIOS ÍNDICES DE VEGETACIÓN OBTENIDOS POR DRON Y LA CALIDAD NUTRITIVA DE PASTOS HERBÁCEOS Y ARBUSTIVOS. Celaya, R., Menéndez-Miranda, M., Tarragona, C., Díaz Muras, R., García, U. y González Díaz, J.A.	260

Ganadería de precisión: Ganadería de precisión en cebo

– VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA DE CORDEROS DURANTE UN TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN BASAL DE CORTISOL. Abecia, J.A., Manenti, I., Viola, I., Canto, F., Accornero, P., Toschi, P. y Miretti, S. . . .	261
– VALIDACIÓN DE UN COLLAR ACELERÓMETRO PARA MONITORIZAR EL COMPORTAMIENTO DE RUMIA EN TERNEROS ANGUS DE CEBO INTENSIVO. Roda, M., Verdú, M., Siurana, A., Soldevila, X., Salas, H. y Castillejos, L.	262
– VALIDACIÓN DE COMEDEROS DE CONCENTRADO AUTOMÁTICOS EN TERNEROS DE CEBO EN INTENSIVO. Siurana, A., Roda, M., Mases, M., Verdú, M., Soldevila, X. y Castillejos, L.	263
– VALIDACIÓN DE BÁSCULAS AUTOMÁTICAS PARA MONITORIZAR EL CRECIMIENTO DE TERNEROS DE ENGORDE INTENSIVO. Siurana, A., Roda, M., Verdú, M., Soldevila, X., Cea, D., Pinedo, F. y Castillejos, L.	264

Ganadería de precisión: Ganadería de precisión en pequeños rumiantes

– DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN ACELERÓMETRO TRIAXIAL PARA EL MONITOREO DE COMPORTAMIENTO EN CABRAS MURCIANO-GRANADINA. Fajardo, B., Méndez, D.A., Villagrà, A., Calvet, S. y Estellés, F.	265
– EL USO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PESAJE Y SELECCIÓN PARA EL MANEJO DE GRANJAS DE OVINO Y CAPRINO LECHERO. Caja, G., Elhadi, A., Costa, R. y Salama, A.A.K.	266

- VALIDACIÓN DE UN SISTEMA DE SMARTFEEDERS PARA MONITORIZAR EL PATRÓN DE INGESTA EN CABRAS DE RECRÍA TRAS EL DESTETE. Gómez, A., Yáñez-Ruiz, D.R., Rivelli, I., Blanch-Saborit, M. y Romero-Huelva, M. 267
- ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALGORITMOS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMPORTAMIENTO EN CABRAS. Méndez, D.A., Fajardo, B., Gil, E., Calvet, S. y Costantino, A. 268

Ganadería de precisión: Ganadería de precisión – Miscelánea

- IMPACTO DE LAS COJERAS Y SU RECUPERACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN BOVINO LECHERO. Terré, M. y Gómez, K. 269
- GEMELO DIGITAL PARA LA MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN FUNCIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES Y PRODUCTIVOS DE GRANJAS DE VACUNO DE LECHE. Rosa, E., Azevedo, R. y Merino, P. 270
- MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE CONCENTRACIONES DE AMONÍACO, PARÁMETROS AMBIENTALES Y CONTROL DE LA FOSA DE PURÍN MEDIANTE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS EN GRANJAS DE VACUNO DE LECHE. Rosa, E. y Merino, P. 271
- THICARE APP: UNA HERRAMIENTA INNOVADORA PARA LA VALORACIÓN DEL BIENESTAR AMBIENTAL EN EXPLOTACIONES GANADERAS. Caja, G., Elhadi, A., González-González, R. y Prieto, F.A. 272
- EL USO DE SENSORES PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE BIENESTAR AMBIENTAL EN GRANJAS DE OVINO Y CAPRINO LECHERO. Elhadi, A., González-González, R. y Caja, G. 273
- COMPARACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA RECTAL, SUBCUTÁNEA Y TERMOGRÁFICA EN OVEJAS, EN FUNCIÓN DE DIFERENTES ESTADOS FISIOLÓGICOS. Pérez-García, M.E., Abecia, J.A., Nieto, J., Plaza, J. y Palacios, C. 274
- COMPARACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS PARA REGISTRAR LA TEMPERATURA CORPORAL COMO HERRAMIENTA PARA DETECTAR EL CELO EN OVINO. Pérez-García, M.E., Abecia, J.A., Nieto, J., Plaza, J. y Palacios, C. 275
- UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA DE PRECISIÓN EN ASTURIAS. González Díaz, J.A. y Celaya, R. 276

Ganadería de precisión: Ganadería de precisión en no-rumiantes

- COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y JERARQUÍA SOCIAL EN CERDOS DE ENGorde ALOJADOS EN GRUPO Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA ALIMENTARIA. Piles, M., Tusell, L., Mora, M., Garcia-Baccino, C., Cudrey, D., Hassenfratz, C., Mercat, M.J. y David, I. 277
- MEJORA DEL CRECIMIENTO EN CERDOS DE CEBO CON BAJO PESO INICIAL APLICANDO ALIMENTACIÓN DE PRECISIÓN EN CONDICIONES COMERCIALES. Sacanell, V.L., Plà-Aragónés, L.M. y Pomar, J. 278
- PATRÓN DE COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN CONEJAS REPRODUCTORAS: CARACTERIZACIÓN E IMPLICACIONES PARA LA NUTRICIÓN DE PRECISIÓN. Ramón-Moragues, A., Franch-Dasi, J., Martínez-Paredes, E., Arnau-Bonachera, A., Marín-García, P.J., Pascual, J.J. y Cambra-López, M. 279
- MEDICIÓN MASIVA Y AUTOMATIZADA DE DATOS AMBIENTALES EN GRANJAS AVÍCOLAS Y PORCINAS ESPAÑOLAS. Méndez, D.A., Jarque, M., Gil, E., Vega, N., Calvet, S. y Costantino, A. 280

– CATÁLOGO DE INDICADORES BASADOS EN SENSORES PARA MEDIR EL BIEN-ESTAR ANIMAL EN MATADERO DE PORCINO. Ramón-Pérez, A., Forkman, B., Manteca, X. y Lonch, P.	281
– EFECTO DEL MOMENTO DE LA SALIDA AL EXTERIOR Y DE LOS IMPLANTES DE MELATONINA EN LA TEMPERATURA CORPORAL DE POLLOS DE CRECIMIENTO LENTO. Nieto, J., Plaza, J., Pérez-García, M.E., Abecia, J.A. y Palacios, C.	282
– SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA MONITORIZAR LA ACTIVIDAD Y EL COM-PORTAMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE ALOJADOS EN GRUPO. Tarrés, J. y Sánchez, J.P.	283
– RECONOCIMIENTO DE ANGULACIONES ARTICULARES DE CABALLOS EN MO-VIMIENTO. Sánchez, J.P., Trigo, P., Aranda, L., Arjona, M.Y., Molina, A. y Demyda-Peyrás, S.	284

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los productos: Consumidores y calidad avícola

– INFORMACIÓN Y PREFERENCIAS DE MIEL. Uldemolins, P., Maza, M.T. y De-Ma-gistris, T.	287
– VACUNO DEL PIRINEO: ELEMENTOS DIFERENCIADORES PARA EL CONSUMI-DOR. Sanjuán, A.I. y Gracia, A.	288
– ¿DÓNDE COMPRAR CARNE DE VACUNO DE RAZAS AUTÓCTONAS? PREFE-RENCIAS DE LOS CONSUMIDORES. Gracia, A. y Ballico, P.	289
– UNA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CARNE DE VACUNO OBTENIDA EN LA DEHESA: RESULTADOS PRELIMINARES. Cantarero, M., Perea, J., Claros, J., Ga-llardo, J.M. Landeta, L., Valera, P. y Angón, E.	290
– EVALUACIÓN DE UN CRUZAMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA RAZA GA-LLINA MURCIANA: CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL. Mar-tínez-Martínez, L., Rey-Antón, S., Vallecillos, A., Orengo, J., Escobar, S. y Armero, E. ...	291
– ELABORACIÓN DE UNA HAMBURGUESA CON CARNE DE GALLINA AUTÓCTONA GALLEGA CRIADA EN RÉGIMEN ECOLÓGICO. Agregán, R., Echegaray, N., García, L., Vázquez, L. y Lorenzo, J.M.	292
– EFECTO DE HARINAS DE INSECTO EN ARRANQUE SOBRE EL COLOR DE LA CARNE DE POLLO BROILER. Campo, M.M., Romero, J.V., Díaz, J., Resconi, V.C., Olleta, J.L. y Berrocal, R.	293

Calidad de los productos: Calidad rumiantes I

– VARIABILIDAD EN EL PERFIL DE LA GRASA INTRAMUSCULAR DE TOROS LI-DIADOS EN PLAZAS DE HUESCA. Romero, J.V., Carrera, F., Tagiariolli, M.A., Enguita, M. y Campo, M.M.	294
– EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RASPÓN DE UVA EN EL PIENSO DE TERNEROS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, DUREZA Y VIDA ÚTIL DE LA CARNE. Ripoll, G., Casasús, I., Joy, M., Lobón, S. y Blanco, M.	295
– ¿CÓMO PRODUCE CARNE MADURADA EL SECTOR CÁRNICO? Panella-Riera, N., González, J. y Font-i-Furnols, M.	296

- PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE AÑOJOS DE RAZA RUBIA GALLEGA: EFECTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS. García-Fontán, M.C., García, G., Alonso, R., Crecente, S. y Moreno, T. 297
- PRODUCCIÓN DE LECHE A2A2 Y SUS LIMITACIONES PARA SER TRANSFORMADA A DERIVADOS LÁCTEOS. Bravo-Lamas, L., Granado-Tajada, I., Fernández, E., Mandaluniz, N., Ruiz, R. y Sarasua, M. 298
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DE TERNEROS SOBRE LA DUREZA, OXIDACIÓN LIPÍDICA Y LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE. Blanco, M., Baila, C., Ripoll, G., Lobón, S., Joy, M., Molina, E., Casasús, I. y Villalba, D. 299

Calidad de los productos: Calidad rumiantes II

- DETECCIÓN DE β -CASOMORFINA-5 Y -7 EN LECHE A1 Y A2 DURANTE LA DIGESTIÓN GASTROINTESTINAL *IN VITRO* TRAS TRATAMIENTO TÉRMICO. Serhan, S., Moposita Lasso, E.V., Li, W., Such, X., Caja, G. y Salama, A.A.K. 300
- CARACTERIZACIÓN DE QUESOS DE CABRA ELABORADOS CON LECHE DE DIFERENTES RAZAS AUTÓCTONAS. Herrera, T., Pérez-Baltar, A., Ortiz, L., Letón, P. y Miguel, E. 301
- CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE QUESOS DE OVEJA ELABORADOS CON LECHE CRUDA DE LAS RAZAS COLMENAREÑA Y ASSAF. Herrera, T., Pérez-Baltar, A., López-Keller, L., Letón, P. y Miguel, E. 302
- INFLUENCIA EN PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CORDERO SEGUREÑO A PARTIR DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DEL GAZPACHO EN LA DIETA. Sánchez-García, A., Seiquer, I., Haro, A. y Martín García, I. 303

Calidad de los productos: Calidad porcino

- CALIDAD DE CANAL Y CARNE DE CERDOS DE DIFERENTE TIPO SEXUAL ALIMENTADOS CON UNA DIETA REDUCIDA EN FÓSFORO. Palacios-Duchicela, R., Brun, A. y Font-i-Furnols, M. 304
- CAMBIOS EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CARNE DE CERDO DEBIDAS A LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS CÍTRICOS EN LA DIETA. Revilla, I., Rodríguez-Fernández, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I. y Vivar-Quintana, A.M. 305
- APLICACIÓN DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS EN NUEVOS PRODUCTOS IBÉRICOS CURADOS. Freire, M., Ortiz, A., León, L., Ramírez, M.R. y Tejerina, D. . . . 306
- CIENCIA Y ALTA COCINA EN LA REVALORIZACIÓN DE HUESOS DE JAMÓN: DEL DESCARTE A LA INNOVACIÓN GASTRONÓMICA. Estrada, O., Pinedo, I., Hipolito, C., Romeo, E., Pommerenk, J. y Pazos, N. 307
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GUISANTE EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA GRASA DE CERDAS IMMUNOCASTRADAS. Argemí-Armengol, I., Tor, M., Bottegal, D., Latorre, M.A., Serrano-Pérez, B. y Álvarez-Rodríguez, J. 308
- LA INCLUSION DE ACEITE DE OLIVA Y GERMEN DE TRIGO MEJORA LA SALUDABILIDAD DE LAS SALCHICHAS COCIDAS. Revilla, I., Rodríguez-Fernández, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I. y Vivar-Quintana, A.M. 309

Calidad de los productos: Control de calidad

- DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PROTEÓMICA ASEQUIBLE PARA LA AUTENTIFICACIÓN DE LA CARNE DE CUY (*CAVIA PORCELLUS*). Sentandreu, E., Osorio, O., Alegre, D., Beldarrain, L.R. y Sentandreu, M.A. 310
- VIABILIDAD DEL USO DE UN EQUIPO NIRS PORTATIL PARA DISCRIMINAR CARNE DE CERDO EN FUNCIÓN DE LA RAZA Y SISTEMA DE MANEJO. Rodríguez-Fernández, M., Revilla, I., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I., Vivar-Quintana, A.M., Escuredo, O., Muño, L. y Seijo, C. 311
- USO DEL ISOELECTROENFOQUE EN MEDIO LÍQUIDO PARA EL FRACCIONAMIENTO PROTEÓMICO DE LECHE CONVENCIONAL Y LECHE A2. Beldarrain, L.R., Sentandreu, E. y Sentandreu, M.A. 312
- IDENTIFICACIÓN DE BIOMARCADORES TEMPRANOS DE CARNE DFD RELACIONADOS CON ALTERACIONES *POST-MORTEM* DE LA HOMEOSTASIS CELULAR. Pérez-Prida, J.M., Álvarez-Iglesias, N., González-Blanco, L., Castaño-Fernández, A., García-Espina, M.J., Coto-Montes, A., Sierra, V. y Oliván, M. 313
- USO POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA NIRS PARA EL CONTROL DE LA TRAZABILIDAD DEL JAMÓN IBÉRICO. Ortiz, A., León, L., Freire, M. y Tejerina, D. 314
- CARACTERIZACIÓN HIPERESPECTRAL DE PECHUGAS DE POLLO CON MIOPATÍAS. Muñoz-Lapeira, M., Wold, J.P., Font-i-Furnols, M., Jofré, A., Sayavera, S. y Zomeño, C. 315
- CARACTERIZACIÓN HIPERESPECTRAL DE LOMOS DE TERNERA DURANTE LA MADURACIÓN. Muñoz-Lapeira, M., Zomeño, C., Font-i-Furnols, M. y Panella-Riera, N. 316
- IMÁGENES HIPERESPECTRALES-NIR PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE PROTEÍNAS VEGETALES EN HAMBURGUESAS DE CARNE DE VACUNO. León-Ecay, S., López-Maestresalas, A., Arazuri, S., Mendizabal, J.A. e Insausti, K. 317
- IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD ALIMENTARIA PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LECHE Y QUESO DE OVEJA PROVENIENTES DE SISTEMAS INTENSIVO Y EXTENSIVO. Iglesias-Rodrigo, N., Aldai, N., Bustamante, M., Lavín, P., Manso, T., Mantecón, A.R. y Barron, L.J.R. 318
- EFICACIA DEL USO DEL PERFIL LIPÍDICO Y LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA CLASIFICACIÓN AVANZADA DE LA CARNE DE CORDERO DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS MALLORQUINAS. García-Infante, M., Delgado-Pertiñez, M., Corro, I. y Horcada, A. 319
- CLASIFICACIÓN DE CARNE NORMAL, DFD EXTREMA Y DFD ATÍPICA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA VIS-NIR. Álvarez-Iglesias, N., Pérez-Prida, J.M., González-Blanco, L., Castaño-Fernández, A., Arias, E., González, P., Sierra, V. y Oliván, M. . . . 320

Calidad de los productos: Pósteres

- EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN TOTAL DE LA GRASA ANIMAL POR EMULSIONES DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA EN HAMBURGUESAS DE TERNERA. Pérez-Baltar, A., Herrera, T. y Miguel, E. 321
- EFECTO DEL COCINADO EN HAMBURGUESAS DE TERNERA ELABORADAS CON DISTINTOS TIPOS DE GRASA. Pérez-Baltar, A., Herrera, T. y Miguel, E. . . . 322
- COMPARACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE OVEJA PROVENIENTE DE SISTEMAS INTENSIVO Y EXTENSIVO. Iglesias-Rodrigo, N., Aldai, N., Martínez, E., Lavín, P., Manso, T., Mantecón, A.R. y Barron, L.J.R. 323

– EFECTO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS ALTERNATIVOS Y DE LA MADURACIÓN, EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE AÑOJOS DE RAZA RUBIA GALLEGA. García-Fontán, M.C., García, G., Alonso, R., Crecente, S. y Moreno, T.	324
– EFECTO DE LA INCORPORACIÓN EN UN ENVASE ACTIVO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE UN EXTRACTO MICROENCAPSULADO DE ACEROLA EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN SOBRE LA VIDA ÚTIL DE CARNE OVINA. De Souza-Melo, S.K., de Alencar, M.G., do Vale, R.B., da Silva, J.A., Barros, A.C., de Souza-Rodriguez, R.T., Queiroz, M.A.A., dos Santos-Silva, N.D., de Brito-Araújo-Carvalho, A.J., Panea, B. y de Carvalho, F.A.L.	325
– VALORACIÓN SENSORIAL DE HAMBURGUESAS DE CARNE OVINA UTILIZANDO EXTRACTO DE MORINGA O UVA COMO ANTIOXIDANTE NATURAL. Barros, A.C., Neto, L.V.D., Calcavante, L.C., do Vale, R.B., dos Santos, J.C., de Souza-Melo, S.K., da Silva, J.A., Lima, J.S., Silva, T.R.R., Alves, N.V.B., Rodrigues, R.T., Queiroz, M.A.M., de Brito-Araújo-Carvalho, A.J., Panea, B. y de Carvalho, F.A.L.	326
– POTENCIAL DE UN ANTIOXIDANTE NATURAL A BASE DE SUBPRODUCTOS DE GUAYABA EN LA CONSERVACIÓN DE HAMBURGUESAS DE CERDO REFRIGERADAS. Echegaray, N., Fernández-Arias, J.M., Agregán, R. y Lorenzo, J.M.	327
– ELABORACIÓN DE UN CHORIZO DE CARNE PROCEDENTE DE GALLOS DE RAZA MOS CRIADOS EN RÉGIMEN ECOLÓGICO. Agregán, R., Echegaray, N., García, L., Vázquez, L. y Lorenzo, J.M.	328
– ELABORACIÓN DE UN SALCHICHÓN DE CARNE PROCEDENTE DE GALLOS DE RAZA MOS CRIADOS EN RÉGIMEN ECOLÓGICO. Agregán, R., Echegaray, N., García, L., Vázquez, L. y Lorenzo, J.M.	329
– CARACTERIZACIÓN DEL HUEVO Y LA PUESTA DE LA GALLINA MURCIANA. Rey-Antón, S., Martínez-Martínez, L., Vallecillos, A. y Armero, E.	330
– VALORACIÓN SENSORIAL DE LOS CABRITOS DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS BLANCA ANDALUZA O SERRANA Y NEGRA SERRANA. Horcada, A., Ruiz, F.A., Ureña, L.P., García-Infante, M., Rey-Antón, S. y López, F.	331
– PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR DE JAMÓN CURADO EN FUNCIÓN DE LA LEGUMINOSA EN EL PIENSO DEL CERDO. Argemí-Armengol, I. y Álvarez-Rodríguez, J.	332
– EFECTO DEL USO DE SUBPRODUCTOS ALIMENTARIOS EN LA CALIDAD DE HUEVOS ECOLÓGICOS PROCEDENTES DE LA RAZA ‘GALIÑA DE MOS’. Echegaray, N., Agregán, R., García, L., Vázquez, L. y Lorenzo, J.M.	333

AUTORES**Páginas**

Abecia, J.A.	6, 7, 8, 139, 140, 259, 261, 274, 275, 282
Abouelqassim, L.	201, 206
Accornero, P.	261
Agregán, R.	92, 292, 327, 328, 329, 333
Aguilar, I.	180
Aguilar, M.	251
Aguilera, J.R.	91, 113
Ahmadi, A.	183
Akesolo-Atutxa, O.	133, 135
Alba, E.	124, 125
Albanell, E.	82, 222
Albizu, A.	256
Alcalá, B.	227, 233
Alcalde, M.J.	91, 113
Alcamí, A.	95, 224
Alcamí-Aguado, A.	72, 90, 98, 101
Aldai, N.	318, 323
Alday, S.	192
Alegre, D.	310
Almasi, F.	182
Alonso, R.	297, 324
Alonso-García, M.	204
Alòs, N.	15, 145
Álvarez-Iglesias, N.	313, 320
Álvarez-Rodríguez, J. ...	20, 34, 133, 135, 308, 332
Álvarez-Rodríguez, M.	142
Alves, N.V.B.	326
Amills, M.	166, 221
Anaya, G.	165, 207
Andrés, R.	225
Andrés-Alejandro, S. ...	142
Andrés-Barranco, S.	226, 227, 228, 233
Angón, E.	28, 113, 290
Antonios, S.	193
Añón, T.	60
Aranda, L.F.	284, 160
Aranguren, P.	251
Aranguren-Rivas, P.	224
Araújo, J.P.	10, 78, 144, 258

AUTORES**Páginas**

Arazuri, S.	317
Arbaoui, A.	79
Arenas, J.	233
Argemí-Armengol, I.	308, 332
Argente, M.J.	162, 175, 209
Arias, E.	320
Arias, R.	28, 174
Arias-Álvarez, M.	142
Arjona, M.Y.	160, 284
Armero, E.	291, 330
Arnau-Bonachera, A. ...	279
Arranz, J.J.	169, 176, 194, 199, 203, 204
Arrazola, A.	236
Arrebola, F.A.	125, 134
Arriaga-Jordán, C.M. ...	65
Arribas-Gonzalo, R.	169, 194
Arroyo, J.M.	72, 73, 88, 90, 95, 98, 101, 115
Astiz, S.	103, 245, 247
Astiz-Blanco, S.	88
Astruc, J.M.	193, 210
Atehortua, M.	64
Atxaerandio, R.	76
Auseré-Holguín, A.	116, 117
Avellaneda, M.	93
Averós, X.	215, 216, 217
Azevedo, R.	270
Azougagh, L.	172
Badiola, J.J.	219, 223, 244
Baes, C.F.	182
Baila, C.	62, 63, 97, 112, 299
Balart, M.	239
Balcells, J.	40, 99
Ballco, P.	289
Ballester, M.	161, 190, 191, 205
Baños, M.	45
Barbosa, F.	232
Barcelo, M.D.	234, 128
Barraso, C.	123, 146
Barreiro, A.	89, 107

AUTORES**Páginas**

Barrero, B.	113
Barrio, E.	46, 47, 63, 112
Barrios, A.	68, 69, 103
Barroeta, A.C.	108
Barron, L.J.R.	318
Barron, L.J.R.	323
Barros, A.C.	325, 326
Belanche, A.	50, 57, 79, 94
Beldarrain, L.R.	310, 312
Belloumi, D.	70
Beltrán de Heredia, I. ..	216
Benavides, J.	47
Benhissi, H.	76, 195
Benito, A.	147, 148, 253
Benoît, M.	18
Bermúdez, R.	92
Bernal, B.	126
Bernués, A.	22, 23, 26
Berrocal, R.	293
Biada, I.	175, 209
Blanch, J.	222
Blanch, M.	218
Blanch-Saborit, M.	267
Blanco, M.	71, 97, 295, 299
Blanco-Penedo, I.	10
Blavi, L.	86, 110
Bodas, R.	19, 104, 105, 147, 148, 253, 219, 223, 244
Bolletta, V.	63
Bonel, D.P.	87
Bordignon, V.	234
Botía, M.	234, 235, 241, 242, 243
Bottegal, D.	308
Bouhoula, M.F.	71
Bravo-Lamas, L.	298
Brun, A.	39, 84, 304
Bustamante, M.	318
Cáceres, E.	245, 247
Caja, G.	80, 222, 266, 272, 273, 300
Calcavante, L.C.	326

AUTORES**Páginas**

Calderón, A.	70
Calderón, P.	206
Calus, M.	205
Calvet, S.	11, 12, 238, 265, 268, 280
Calvete, C.	226, 227, 228, 233
Calvo, J.H.	21, 226, 227, 228, 233
Calvo, L.	224
Cambra-López, M.	60, 279
Camiña, M.	78, 144, 258
Campo, M.M.	9, 293, 294
Campo-Celada, M.	48, 51, 52
Canales, A.	221
Cano, C.	11, 12, 70, 238
Cánovas, Á.	183
Cantalapiedra, J.	10, 78
Canterero-Aparicio, M.	28, 290
Canto, F.	139, 140, 259, 261
Cañadas, G.	188
Cañete, A.	147, 148
Carabaño, M.J.	168, 185, 188, 192, 202
Cardoso, F.	91
Carillier, C.	153
Carrera, F.	294
Carrillo, J.D.	128, 234
Carro, M.D.	95, 72, 73, 90, 98, 101, 115
Carulla, P.	245, 247
Carvajal-Serna, M.	139, 140
Casao, A.	139, 140
Casas, C.	4
Casas-Rosal, J.C.	15
Casasús, I.	71, 97, 135, 295, 299
Casellas, J.	163, 170, 172, 183
Castaño, C.	124, 125
Castaño-Fernández, A. ..	313, 320
Castelló, A.	190

AUTORES**Páginas**

Castillejo, E.	134
Castillejos, L.	58, 237, 262, 263, 264
Castillo, M.	37
Casto-Rebollo, C.	170, 172, 209
Catalá, M.G.	132
Cea, D.	264
Celaya, R.	260, 276
Cerisuelo, A.	3, 38, 70, 109
Cerón, J.J.	234, 235, 241, 242, 243
Cerqueira, J.L.	10, 78, 144, 258
Cervantes, I.	154, 158, 186, 208
Chadi, S.	179
Charef, S.E.	76, 147, 148, 253
Charfeddine, N.	158, 192
Chekikene, A.H.	50, 57, 94
Chinchilla, B.	87
Cifuentes, L.	155, 197
Cirujeda, A.	21
Claros-Zafra, J.	28, 290
Clavell-Sansalvador, A. ..	161, 173, 179
Clop, A.	166
Conesa, C.	97
Contreras-Solis, I.	7
Cordero, G.	83
Corro, I.	319
Costa, R.	4, 266
Costantino, A.	268, 280
Coto-Montes, A.	313
Cousirat, B.	220
Couto, M.	22
Coy, P.	138
Crecente, S.	297, 324
Cucurull, J.	81, 106, 118
Cudrey, D.	277
Cuevas-Gómez, I.	136
da Silva, J.A.	325, 326
Dalmau, A.	161, 173, 179
David, I.	277
de Alencar, M.G.	325

AUTORES**Páginas**

de Brito-Araújo- Carvalho, A.J.	325, 326
De Caria, P.	109
de Carvalho, F.A.L.	325, 326
De Diego-Abejón, P.	219
de Evan, T.	72, 73, 88, 90, 95, 98, 101, 115
De la Fe, C.	221
De la Fuente, G.	40, 99
de la Torre-Santos, S. .	206
de las Heras-Molina, A. .	157, 212
De Pablo, J.M.	87
de Souza-Melo, S.K. ...	325, 326
de Souza- Rodríguez, R.T.	325
de Vega, A.	79
Dehnavi, M.	73
deKovel, C.	126
del Álamo, C.	224
Del Hierro, O.	19
Delgado, J.V.	221
Delgado-Gutiérrez, M.A. ..	184
Delgado-Pertiñez, M. ..	319
Della Badia, A.	111
De-Magistris, T.	287
Demyda-Peyrás, S.	160, 284
Devant, M.	118, 232
Díaz de Otálora, X.	11, 12, 238
Díaz Muras, R.	260
Díaz, A.	74, 75
Díaz, C.	168, 185, 192, 202
Díaz, J.	293
Díaz-Caro, C.	29, 30
Díaz-Gaona, C.	15, 27
do Vale, R.B.	325, 326
Dolz, S.	232
dos Santos, J.C.	326
dos Santos-Silva, N.D. ..	325
Drobnýák, A.	126
Echegaray, N.	92, 292, 327, 328, 329, 333

AUTORES**Páginas**

Eguinoa, P.	251
Eizaguirre, A.	215, 216
El Yaakoubi, F.	80, 82
Elhadi, A.	222, 266, 272, 273
Elorza, J.	257
El-OuaziziEl-Kahia, L. ..	154
Enguita, M.	294
Escalera-Moreno, N. ...	133, 135
Escobar, S.	291
Escribano, D.	235, 241, 242, 243
Escribano, M.	16, 17, 33
Escudero, R.M.	157
Escuredo, O.	311
Estany, J.	177, 187
Estellé, J.	174
Estellés, F.	11, 12, 238, 265
Esteve, I.C.	3, 143
Estévez, I.	215, 216, 217
Estévez-Moreno, L.	229
Estrada, O.	307
Fajardo, B.	11, 12, 238, 265, 268
Faria, A.C.	169
Farré, G.	108
Fasce, B.	60
Fatmi, H.	61
Fernández Álvarez, J. .	221
Fernández, A.	181, 198
Fernández, E.	298
Fernández, J.	25, 198
Fernández, L.	206
Fernández, M.R.	168
Fernández, N.	134
Fernández-Alaez, P.	124, 125
Fernández-Arias, J.M. .	327
Fernández-Fígares, I. ...	41, 42, 44, 66, 67, 102
Fernández-González, J. ..	142
Fernando, P.	61
Ferrando Cogollos, M.M.	54
Ferreira, C.	14

AUTORES**Páginas**

Ferrer, V.	251
Ferrer-Roda, M.	132
Florida Alfaro, R.	145
Folch, J.M.	190
Fondevila, G.	61
Fondevila, M.	57, 61, 94
Fonseca, P.A.S.	46, 77, 169, 176, 194, 199, 203, 204
Font-i-Furnols, M.	39, 84, 296, 304, 315, 316
Forcada, S.	201
Forkman, B.	281
Formoso-Rafferty, N. ...	154, 186, 208
Fornós, M.	85
Fraile, L.	159
Franch, J.	60
Franch-Dasi, J.	279
Freire, M.	306, 314
Frutos, P.	46, 47, 62, 63, 77, 111, 112
Gacem, S.	131
Gadea, J.	128, 141, 234
Gallardo-Bolaños, J.M. ..	290
Garay, G.	245, 247
García Vaquero, A.	103
García, A.I.	32
García, A.J.	91, 113
García, D.	146
García, F.	157, 212
García, G.	297, 324
García, J.J.	147, 148
García, L.	292, 328, 329, 333
García, M.L.	162, 175, 209
García, M.S.	233
García, R.	91
García, U.	260
García-Baccino, C.	153, 277
García-Ballesteros, S. ..	198
García-Cabrero, A.M. ..	212
García-Casco, J.M.	96, 157, 184, 186, 212, 231
García-Contreras, C.	42, 41, 66, 67, 102

AUTORES**Páginas**

García-Espina, M.J.	313
García-Fontán, M.C. ...	297, 324
García-García, J.J.	253
García-García, M.J.	252, 254, 255
García-García, R.M.	142
García-Gil, J.	161, 173, 179
García-Gudiño, J.	123, 146
García-Infante, M.	319, 331
García-Purriños, F.	141
García-Rebollar, P.	70, 109
García-Rodríguez, A. ..	76, 195
García-Rodríguez, J. ...	48, 51, 52
García-Sánchez, A.	123, 146
García-Torres, S.	29, 30
García-Vázquez, F.A. ..	127, 137
Garrido, J.	165, 207
Garrido, L.	58
Garzón, A.	174
Gasa, J.	85, 246
Gasco, L.	63
Gaspar, P.	16, 33
Gaspar-García, P.	22, 23, 26
Gazzola, P.	248
Gervasi, M.G.	130
Gil, E.	268, 280
Gimeno-Martos, S.	142
Goiri, I.	76, 195
Golo, R.	58
Gómez Fernández, J. ..	68, 69, 103
Gómez Izquierdo, E. ...	68, 69, 103
Gómez, A.	45, 267
Gómez, C.	206
Gómez, E.A.	3, 143
Gómez, F.	212
Gómez, G.	96, 212
Gómez, J.	244
Gómez, K.	269
Gómez-Carballar, F.	13, 41, 42, 96
Gómez-Conde, M.S. ...	116, 117
Gómez-Moreno, S.E. ..	127
Gómez-Proto, G.	189
Gómez-Raya, L.	68, 69, 103, 151, 167

AUTORES**Páginas**

González Díaz, J.A.	260, 276
González, J.	296
González, J.M.	226, 227, 228, 233
González, J.V.	245, 247
González, P.	147, 148, 320
González, R.	87
González-Blanco, L.	313, 320
González-Bulnes, A. ...	96
González-González, R. ...	272, 273
González-Merino, P.	46, 63
González-Recio, O.	164, 178, 182
González-Rodríguez, O. ..	191
González-Verdejo, C. ..	202
Gonzalo, G.	79
Gracia, A.	288, 289
Granado-Tajada, I.	188, 195, 210, 298
Grasa, L.	219
Gredler-Grandl, B.	164
Greuter, A.	49
Grillot, M.	18, 20
Güell Saperas, M.C.	54
Guerrero, I.	134
Guesmi, N.	45
Guevara, R.D.	218
Guillamón, E.	68, 69, 103
Guirradi, K.	80, 82
Guisado, M.	8
Gutiérrez, J.P.	14, 154, 158, 186, 208
Gutiérrez-Gil, B.	169, 176, 194, 199, 203, 204
Guyader, J.	99
Haas, V.	205
Haba, C.	49
Haro, A.	303
Hassanien, M.	62, 112
Hassenfratz, C.	277
Heddi, I.	174
Heras-Molina, A.	37, 59, 96
Heredia-Amil, M.	142
Hernaiz, A.	219

AUTORES	Páginas
Hernández, M.	147, 148
Hernández, P.	172
Hernández-Banqué, C. ..	191
Hernández-Caravaca, I. ..	137
Hernández-Pumar, A. ..	202
Herrera, N.	14
Herrera, T.	301, 302, 321, 322
Herrero-Encinas, M.	43
Hervás, G.	46, 47, 62, 63, 77, 111, 112
Hervás-Rivero, C.	189, 200
Hevia, M.L.	241, 243
Heyko, D.	72
Hidalgo, C.O.	131
Hiemstra, S.J.	126
Hipolito, C.	307
Hlel, N.	11, 12, 238
Horcada, A.	319, 331
Hormaetxe, A.	215, 216
Horriilo, A.	16, 17, 33
Huanca-Marca, N.	229
Huenul, E.	230
Ibáñez, M.A.	43
Ibáñez-Escriche, N.	163, 170, 171, 172, 175, 209
Ibarruri, J.	76
Iborra, I.	11, 12, 238
Iglesias-Rodrigo, N.	318, 323
Insausti, K.	317
Iñarra, B.	76
Isabel, B.	87
Isla, R.	21
Izquierdo, M.	123
Izquierdo-Rico, M.J.	137
Jarque, M.	280
Jiménez de Bagüés, M.P.	226, 227, 228, 233
Jiménez, B.	224
Jofré, A.	315
Jordán-Rodríguez, D. ..	142
Jové-Juncà, T.	190, 191, 205

AUTORES	Páginas
Joy, M.	21, 71, 97, 295, 299
Juan, A.	138
Juan, T.	226, 227, 228, 233
Kaikat, I.	38
Keeling, L.	215, 216
Koppenol, A.	86, 110
Labanca, M.	160
Lachica, M.	41, 42, 44, 66, 67, 102
Laghouaouta, H.	159, 187
Lahoz, B.	226, 227, 228, 233
Laird, S.	86, 110
Lami, O.	29, 30
Landeta-Onieva, L.	290
Larrañaga, N.	223, 244
Larzul, C.	153
Lassen, J.	182
Latorre, M.A.	5, 57, 94, 116, 117, 308
Laviano, H.	157
Lavín, J.L.	217
Lavín, P.	318, 323
Laviña, A.	139, 156, 211
Legarra, A.	152, 180, 193
Lema-Hurtado, J.L.	72, 73, 95
León, L.	306, 314
León-Ecay, S.	317
León-Huertas, C.	219
Leskovec, J.	54, 55, 56
Letón, P.	301, 302
Li, W.	300
Ligonesche, B.	153
Lima, J.	196
Lima, J.S.	326
Liptoi, K.	126
Liste, G.	215, 248
Liu, J.	190
Lizardo, R.	83
Lizarralde, J.	22, 23, 26

AUTORES**Páginas**

Llauradó-Calero, E.	38, 55, 56, 108, 246
Llobet-Cabau, F.	190
Llonch, L.	118, 232
Llonch, P.	218, 281
Lobón, S.	21, 71, 97, 295, 299
López de Armentia, L. ..	133, 135
López de la Torre, R. ...	198
Lopez Garcia, H.	258
López Nuez, P.	68, 69
López, A.	95
López, E.	85, 257
López, F.	223, 331
López, M.	235
López, M.C.	60
López, R.	94
López, S.	75
López-Arjona, M.	243
López-Benítez, K.	201, 206
López-Bote, C.J.	96, 212
López-Calabozo, R.	240, 305, 309, 311
López-Carbonell, D.	13, 171, 180, 189, 200
López-Catalina, A.	178
López-Gallego, F.	100, 123
López-Keller, L.	302
López-Maestresalas, A. ..	317
López-Martínez, J.L.	202
López-Mosquera, M.E.	89, 107
López-Paredes, J.	158
Lorenzo, A.	132
Lorenzo, J.M.	92, 292, 327, 328, 329, 333
Lorenzo, P.L.	142
Lozano, J.	136
Luque, M.	28
Macarrón, I.	95
Macías, A.	139, 156, 211
Macri, M.	221
Magro, A.	157, 212

AUTORES**Páginas**

Mainar-Jaime, R.C.	226, 227, 228, 233
Mainau, E.	239
Maldonado-Ortiz, A.J. ..	43, 218
Mancilla-Leytón, J.M. ...	22, 26, 23, 24, 25
Mancin, E.	189
Mandaluniz, N.	22, 23, 26, 257, 298
Manenti, I.	261
Mansilla, A.	225
Manso, T.	318, 323
Manteca, X.	281
Mantecón, A.R.	318, 323
Mantovani, R.	189
Mantysaari, E.A.	152
Manuelian, C.L.	4, 80, 82, 220
Manzano, I.	174
Marcilla-Barreda, L.	137
Marco Lorente, P.A.	223
Marco, P.	244
María, G.	229
Marín, B.	219
Marín, C.M.	226, 227, 228, 233
Marín, X.	37
Marina, H.	176
Marín-García, P.J.	279
Maroto-Molina, F.	252, 254, 255
Márquez, A.	13
Márquez, F.	146, 186
Martí, S.	118, 232
Martín de la Cruz, J.	165
Martin Garcia, I.	114, 303
Martín, A.	119
Martín, E.	139, 156, 211
Martin, G.	18, 20
Martín-Burriel, I.	219
Martín-Collado, D.	22, 23, 24, 26
Martín-Diana, A.B.	68, 69, 103
Martínez, A.	256
Martínez, E.	323
Martínez, Y.	64, 93

AUTORES**Páginas**

Martínez-Álvaro, M.	196
Martínez-Boggio, G.	163, 170
Martínez-Fernández, A. ..	48, 51, 52
Martínez-Granell, M.M. ..	3
Martínez-López, C.R. ..	127, 137
Martínez-Martin, I.	240, 305, 309, 311
Martínez-Martínez, A. ..	221
Martínez-Martínez, L. ..	291, 330
Martínez-Paredes, E. ..	279
Martínez-Priego, L.	174
Martínez-Rodrigo, L. ...	131
Martínez-Talaván, A. ...	3, 143
Martin-Orúe, S.M.	230
Martín-Pedrosa, M.	68, 69, 103
Martín-Rosique, R.	179
Martín-San Juan, A.	142
Masegosa, A.	138
Mases, M.	263
Mata, F.	10, 258
Matás, C.	128, 129, 130, 234
Mateo, J.	73
Mateos, I.	74, 75
Matos, G.	14
Maza, M.T.	287
Medel, P.	53
Mediña, C.	118
Medjadbi, M.	76, 195
Medrano, J.F.	183
Melara, E.	93
Mena, Y.	22, 24, 25, 26
Méndez, D.A.	265, 268, 280
Mendizabal, J.A.	317
Mendoza, A.G.	62
Menéndez-Miranda, M. ..	48, 52, 201, 206, 260
Meneses, C.	185, 202
Menoyo, D.	43, 218
Mercadal, A.	9
Mercat, M.J.	277
Merino, N.	74, 75
Merino, P.	270, 271

AUTORES**Páginas**

Mesías, F.J.	29, 30
Miana-Mena, F.J.	5
Miglior, F.	182
Miguel, E.	301, 302, 321, 322
Milkevych, V.	182
Mintegi, L.	257
Miranda-de la Lama, G. ..	229
Mir-Arribas, G.	198
Mirás, J.M.	21
Miretti, S.	261
Mocé, E.	3, 143
Mocé, M.L.	143
Molina, A.	160, 165, 207, 284
Molina, E.	299
Molinero, E.	177
Monleón, E.	133
Montañés, M.	147, 148
Monteagudo, L.V.	211
Montes, M.	201, 206
Moposita Lasso, E.V. ..	300
Mora, F.X.	4
Mora, M.	277
Morales, J.	225
Morales, P.	224
Morales-Jerrett, E.	22, 23, 24, 25, 26
Moreno, B.	223
Moreno, G.	16, 17
Moreno, T.	297, 324
Moya-Fernández, A.	129, 130
Música, L.	251
Muiño, L.	311
Muniesa, A.	14
Muñoz, M.	96, 157, 184, 186, 212, 224, 231
Muñoz-Grein, J.	50, 57, 94
Muñoz-Lapeira, M.	315, 316
Muñoz-Ulecia, E.	18
Nassrani, J.	58
Navarro Marcos, C.	88, 115
Navarro, E.	5
Navarro, R.	241

AUTORES**Páginas**

Navarro-Serna, S.	129
Negro, S.	172
Neto, L.V.D.	326
Newberry, R.	215
Nguyen, T.	196
Nieto, J.	6, 8, 259, 274, 275, 282
Nieto, R.	14, 41, 42, 44, 66, 67, 102
Noce, A.	166
Noya, A.	133, 135, 139, 140
Núñez, P.	170, 163
Núñez, Y.	96, 157, 212
Ochoa, J.	251
Ojeda-Marín, C.	154
Olaizola, A.M.	26, 31
Oliván, M.	313, 320
Olivares, A.	96, 231
Olleta, J.L.	293
Orengo, J.	197, 291, 64
Ortega, A.	45
Ortín-Bustillo, A.	235
Ortiz, A.	306, 314
Ortiz, L.	301
Osorio, L.	91, 113
Osorio, O.	310
Osoro-Corsino, A.	89, 107
Otero, A.	223, 244
Óvilo, C.	96, 157, 212, 224
Padilla, L.	161
Padrón-Tejera, E.	252, 254, 255
Paixão, G.	258
Palacios, C.	6, 7, 8, 259, 274, 275, 282
Palacios-Duchicela, R. ..	39, 84, 304
Palma-Granados, P.	184, 231
Palomo-Manzano, E. ..	29, 30
Panea, B.	325, 326
Panella-Riera, N.	296, 316
Paramio, M.T.	132

AUTORES**Páginas**

Pardo, G.	21
Pardo-Marín, L.	234
Pascual, J.J.	60, 279
Pascual, M.	155
Pascual, M.	197
Pastrana-Camacho, A. ..	229
Pateiro, M.	92
Pazos, N.	307
Peiró, S.	224
Peiró-Pastor, R.	151, 167
Pelayo, R.	176, 194, 199, 203, 204
Pena, R.N.	159, 170, 177, 187
Peña-Delgado, V.	139, 140
Peñagaricano, F.	163, 170
Perdomo-González, D. ..	154
Perea, J.	28, 290
Pérez, C.C.	134
Pérez, J.F.	37, 38, 230
Pérez, M.	32
Pérez-Baltar, A.	301, 302, 321, 322
Pérez-Barbería, F.J.	104, 105
Pérez-Cabal, M.A.	154, 158
Pérez-Calvo, E.	70, 230
Pérez-Díaz, J.L.	224
Pérez-Fuentes, S.	143
Pérez-García, M.E.	6, 259, 274, 275, 282
Pérez-Marín, D.C.	252, 254, 255
Pérez-Navarro, A.	245, 247
Pérez-Pe, R.	139, 140, 211
Pérez-Prida, J.M.	313, 320
Pesántez, J.L.	245, 247
Piedrafita, J.	222
Piles, M.	155, 197, 277
Pineda-Quiroga, C.	188, 195
Pinedo, F.	264
Pinedo, I.	307
Piñeiro, N.	201
Piñeiro-Silva, C.	128, 141

AUTORES**Páginas**

Piñero, M.	236
Piquer, L.	3, 11, 12, 38, 70, 109, 238
Piquer, O.	70, 109
Plà-Aragonés, L.M.	278
Plaza, J.	6, 8, 259, 274, 275, 282
Pleguezuelos, J.	25
Pomar, J.	278
Pommerenk, J.	307
Pondet, M.	49
Portero-Otin, M.	191
Prat-Benhamou, A.	22, 23, 24, 26
Prates, M.O.	169
Prieto, F.A.	272
Pryce, J.E.	164, 182
Puga, S.	206
Queiroz, M.A.A.	325, 326
Quintanilla, R.	15, 145, 161, 191, 205, 236
Quintans, G.	135
Quintero-Moreno, A.	128, 234
Rajaei-Sharifabadi, H. ..	99
Ramayo-Caldas, Y.	161, 173, 179
Ramírez, G.	14
Ramírez, M.R.	306
Ramírez-Hidalgo, L.	41, 42, 231
Ramon, M.	174, 168, 184, 185, 188, 192, 195, 202
Ramón-Moragues, A. ..	279
Ramón-Pérez, A.	281
Ramos, J.	83
Ramos-Onsins, S.	166
Ranilla, M.J.	74, 75
Rastello, L.	63
Rauw, W.M.	68, 69, 103, 151, 167
Rebollar, P.	142
Recalde, A.	72, 73, 90, 95, 98, 101
Reinoso-Peláez, E.L. ..	181, 233

AUTORES**Páginas**

Ren, W.	230
Renna, M.	63
Resconi, V.C.	9, 293
Reverter, A.	178
Revilla, I.	240, 305, 309, 311
Revilla, M.E.	245, 247
Rey, A.I.	96
Rey-Antón, S.	291, 330, 331
Reyes-Palomo, C.	27
Riaguas, L.	19
Ricaud, J.P.	49
Riera, J.	118
Rio-Lopez, R.	179, 161, 173
Ripoll, G.	295, 299
Ripoll-Bosch, R.	23
Riquelme, J.	207
Rivelli, I.	45, 49, 267
Rizos, D.	136
Robledo, A.	95
Roca-Fernández, A.I. ..	89, 107
Roda, M.	237, 262, 263, 264
Rodrigues, R.T.	326
Rodríguez, A.	87
Rodríguez, E.	225
Rodríguez, M.	225
Rodríguez, P.L.	100
Rodríguez, V.	74, 75
Rodríguez-Estévez, V. ..	15, 27, 145
Rodríguez- Fernández, M.	240, 305, 309, 311
Rodríguez-Hernández, P. ..	27, 145
Rodríguez-Ledesma, A. ..	16, 33
Rodríguez-Madrera, R. ..	52
Rodríguez-Ramilo, S.T. ..	193, 210
Roehe, R.	196
Román, A.	41, 42, 44, 66, 67, 102
Romar, R.	138
Romeo, E.	307
Romera, E.	45

AUTORES	Páginas
Romero, J.V.	293, 294
Romero-Aguirre- gomezcorta, J.	138
Romero-Huelva, M.	45, 267
Rosa, E.	270, 271
Ros-Freixedes, R.	177, 187
Rowe, S.	164
Royo, L.J.	201, 206
Rubio-Juan, A.	168, 188
Ruiz de la Torre, J.L. ...	4
Ruiz, F.A.	331
Ruiz, R.	19, 23, 257, 298
Ruiz-Ferreras, A.	217
Rybicka, A.	53, 119
Ryschawy, J.	20
Sacanell, V.L.	278
Sáez-Torillo, S.N.	196
Sahana, G.	164
Sainz, R.A.	65
Sainz-Ramírez, A.	65
Salama, A.A.K.	4, 80, 82, 202, 220, 222, 266, 300
Salas, H.	237, 262
Salcedo, G.	104, 105
Salgado-López, P.	246
Salom, A.	195
Salonio, A.P.	256
San Martín, D.	76
Sánchez Del Pino, M.M. ..	131
Sánchez, A.	49, 190
Sánchez, C.I.	69
Sánchez, J.M.	136
Sánchez, J.P.	155, 160, 197, 236, 283, 284
Sánchez-Díaz, M.	171, 189, 200
Sánchez-Esquiliche, F. ..	13, 14, 41, 42, 96, 157, 184, 186, 231
Sanchez-Garcia, A.	114, 303
Sánchez-Leo, A.I.	123
Sancho, G.	222
Sanjuán, A.I.	288

AUTORES	Páginas
Santacreu, M.A.	175, 209
Santamaría, J.	58
Santiago-Moreno, J.	124, 125, 126
Santolaria, P.	131
Sanz, A.	34, 133, 135
Sanz-Fernández, S.	15, 27, 145
Sarasua, M.	298
Sarmiento, A.	147, 148
Saro, C.	74, 75
Sarri, L.	40, 99
Saura, M.	181, 198
Sayavera, S.	315
Sebastián, F.	245, 247
Seguí, A.	9
Seijo, C.	311
Seiquer, I.	303
Sentandreu, E.	310, 312
Sentandreu, M.A.	310, 312
Seradj, A.R.	40, 99, 187
Serhan, S.	300
Serrano, M.	181
Serrano-Jara, D.	162
Serrano-Pérez, B.	34, 133, 135, 308
Sevilla, E.	244
Sevillano, F.	43, 218
Shaklounf, M.M.	59
Sierra, V.	313, 320
Silva, A.S.F.	10
Silva, T.R.R.	326
Silvestre, M.A.	131
Simões, J.	15
Siurana, A.	58, 237, 262, 263, 264
Sobrevia, L.	86, 110
Sola, D.	223, 244
Solanas, E.	94
Solà-Oriol, D.	38, 55, 56, 85, 230, 246
Solaro, L.	143
Soldado, A.	201
Soldevila, X.	81, 106, 108, 237, 239, 262, 263, 264

AUTORES**Páginas**

Solé, R.	104, 105
Soliño, M.	31
Soriano, B.	23, 26
Stephansen, R.B.	182
Suárez-Mesa, R.	187
Suárez-Vega, A.	169, 176, 194, 199, 203, 204
Such, X.	4, 220, 300
Sullivan, P.G.	152
Suppi, J.	55, 56
Tagiariolli, M.A.	294
Tamargo, C.	131
Tarragona, C.	260
Tarrés, J.	283
Tecles, V.M.	235, 242
Teixeira, A.F.A.	78
Tej, O.	54, 55, 56
Tejedor, M.T.	211
Tejerina, D.	306, 314
Teran, E.	182
Terré, M.	59, 269
Throude, S.	19
Tibble, S.	86, 110
Tiezzi, F.	175
Toledano-Díaz, A.	124, 125
Toledo-Guardiola, S.M. ..	129, 130
Ton Nu, M.A.	86, 110
Tor, M.	308
Toral, P.G.	46, 47, 62, 63, 77, 111, 112
Torrallbo-Muñoz, M.P. ..	252, 254, 255
Torrallardona, D.	54, 55, 56
Torre, I.	259
Toschi, P.	261
Trespeuch, C.	63
Trigo, P.	160, 284
Tusell, L.	15, 145, 277
Tusingwiire, T.	153
Ugarte, E.	188, 195, 210
Uldemolins, P.	287
Ureña, L.P.	331
Urkijo, A.	256

AUTORES**Páginas**

Valdés, A.	161
Valdes, B.	32
Valdés, C.	74
Valera, P.	290
Vallecillos, A.	291, 330
VanRaden, P.M.	152
Váradi, E.	126
Varela, E.	31
Varela, L.	201
Vargas-Donayre, D.	166
Varona, L.	9, 13, 156, 163, 170, 171, 172, 180, 189, 193, 200
Vaz, P.S.	144
Vázquez, F.	146
Vázquez, I.	32
Vázquez, J.	83
Vázquez, L.	292, 328, 329, 333
Vázquez-Calvo, A.	224
Vázquez-Ortego, P.	157
Vega, N.	280
Végi, B.	126
Velázquez, R.	124, 125
Verdú, M.	81, 106, 108, 237, 239, 262, 263, 264
Vicente, F.	48, 51, 52, 206
Vicente-Carrillo, A.	142
Vieira, C.	147, 148, 253
Villagrà, A.	238, 265
Villalba, D.	34, 81, 97, 133, 135, 299
Villalba-Blanch, B.	133
Villanueva, B.	181, 198
Villarroya, I.	38
Villca, B.	83
Viola, I.	261
Vitezica, Z.G.	153, 180, 193
Vivar-Quintana, A.M. ...	240, 305, 309, 311

AUTORES	Páginas
Vizcaíno, E.	53, 119
Vourlaki, I.T.	161, 173
Vozzo, S.	60
Vrcan, M.	199, 203
Woelders, H.	126
Wold, J.P.	315
Xifro, X.	173, 161, 179

AUTORES	Páginas
Yang, Z.	220
Yániz, J.	131
Yanore, L.	23
Yáñez-Ruiz, D.R.	45, 49, 50, 77, 111, 267
Zaragoza, P.	219
Zomeño, C.	315, 316

S I S T E M A S **G** A N A D E R O S
E C O N O M Í A Y **G** E S T I Ó N

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO HASTA LAS 10 SEMANAS DE VIDA ENTRE 2 RAZAS DE GALLINAS: VALENCIANA DE CHULLILLA Y LOHMANN BROWN CLASSIC

Esteve*, I.C., Piquer, L., Martínez-Talaván, A., Martínez-Granell, M.M.,
Gómez, E.A., Cerisuelo, A. y Mocé, E.

Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA). Segorbe (Castellón)

*esteve_ine@gva.es

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las razas autóctonas de gallinas han desaparecido al ser sustituidas por estirpes comerciales seleccionadas más productivas. En la Comunidad Valenciana existe una raza autóctona de aves de renta reconocida por el Ministerio de Agricultura en su Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España (RD 527/2023) que es la Gallina Valenciana de Chulilla (VC), catalogada como raza autóctona amenazada. Es una estirpe ligera, de aptitud puesta, y su uso actual se limita a granjas pequeñas y familiares y, como en la mayoría de las razas rústicas, no existen guías de cría adaptadas a sus necesidades. El objetivo de este estudio fue comparar el crecimiento durante las 10 primeras semanas de desarrollo de la Gallina Valenciana de Chulilla y de la estirpe comercial Lohmann Brown Classic (L), para contribuir a establecer una guía de cría de las gallinas de raza valenciana de Chulilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio productivo se utilizaron 117 gallinas de 1 día: 60 de línea L (Ibérica de Tecnología Avícola, S.A.U., Boecillo, Valladolid) y 57 de la raza VC procedentes del programa de conservación del CITA-IVIA. La recria se realizó en suelo en una sala con 20 corrales (10 por línea genética), con 5 y 6 gallinas por corral de la misma raza. Se usaron pienso comerciales adecuados a la edad (iniciación, I: 0-5 semanas y crecimiento, C: 6 a 10 semanas de vida) y se adaptó la temperatura y el fotoperiodo en función de la edad. Cada semana se registró el peso individual de los animales y el pienso consumido por corral. Con ello se calculó la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD), y el índice de conversión (IC) para los periodos de I y C. Los datos se analizaron con Statgraphics Centurion XIX mediante un ANOVA, comparando entre las dos líneas (L y VC) para cada variable analizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La línea genética afectó significativamente a todos los datos productivos evaluados. El peso medio inicial de los animales fue superior ($P < 0,05$) en la raza VC que en la L ($39,2 \pm 0,58$ g vs. $35,8 \pm 0,24$ g, respectivamente). Sin embargo, las gallinas VC mostraron menores pesos medios al final de los periodos I y de C que las gallinas L (I, VC: $411 \pm 6,8$ g vs. L: $506 \pm 5,5$ g y C, VC: $767 \pm 8,5$ g vs. L: $1055 \pm 10,9$ g). La GMD y el CMD fueron significativamente ($P < 0,05$) inferiores en la estirpe VC en comparación con la L, tanto para el periodo I (GMD, $11,5 \pm 0,23$ g/día vs. $14,2 \pm 0,15$ g/día; CMD, $23,0 \pm 0,54$ g/día vs. $25,7 \pm 0,43$ g/día) como para el periodo C (GMD, $10,6 \pm 0,10$ g/día vs. $16,1 \pm 0,20$ g/día y CMD, $41,3 \pm 1,14$ g/día vs. $55,3 \pm 0,66$ g/día). Por último, la raza también tuvo efecto significativo sobre el IC en ambos periodos, siendo superiores en la estirpe VC que en la L (I, VC: $1,99 \pm 0,04$ g/g vs. L: $1,82 \pm 0,03$ g/g y C, VC: $3,91 \pm 0,08$ g/g vs. L: $3,43 \pm 0,03$ g/g, $p < 0,05$). Por tanto, aunque las gallinas VC nacieron con un peso mayor que las L, esta diferencia se invirtió con el paso de las semanas. Por otro lado, la raza VC es menos eficiente en el aprovechamiento del alimento que la L, durante las primeras 10 semanas de vida.

CONCLUSIÓN

La gallina VC muestra un crecimiento más lento y un menor consumo de pienso que la raza comercial Lohmann Brown Classic entre las 0 y 10 semanas de vida, así como un mayor IC en la fase de iniciación y crecimiento. Los resultados de este estudio contribuirán a establecer la guía de cría de los animales de esta raza autóctona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RD 527/2023; BOE-A-2023-14682.

Agradecimientos: Financiado por GVA-IVIA y cofinanciado por la UE a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2021-2027 (IVIA-52201K, IVIA-52201L, proyecto AGROALIMVAL), CIAICO 2022/034, CIAPOT/2022/14 y empresa Ibérica de Tecnología Avícola, S.A.U. por donar las politas Lohmann Brown Classic.

ESTUDIO PILOTO SOBRE LA CRÍA DE CONEJAS EN GRUPO

Manuelian^{1*}, C.L., Salama¹, A.A.K., Such¹, X., Ruiz de la Torre², J.L., Casas³, C., Costa² R. y Mora¹, F.X.

¹Dept. Ciencia Animal i dels Aliments; ²SGiCE, Facultat de Veterinària, UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona; ³Granja Riera, 8480 L'atmetla del Valles

*carmen.manuelian@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Se baraja la posibilidad de que la nueva normativa EU para cunicultura establezca requisitos de cría en grupo para mejorar el bienestar de los animales. Sin embargo, hasta el momento, los trabajos realizados en esta línea han descrito problemas de estrés crónico, agresividad y lesiones, así como mayor riesgo de enfermedades y mortalidad (Szendr y McNitt, 2012; Szendr *et al.* 2013), lo que repercute también en la productividad de las conejas. Los sistemas de alojamiento grupal a tiempo parcial para asegurar una alta fertilidad y prolificidad también han mostrado el aumento de comportamientos agresivos (morder, amenazar y atacar) cada vez que se juntan las conejas (Zomeño, 2017). El objetivo fue evaluar la viabilidad de la cría de madres en grupo durante tres ciclos productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dividieron 20 conejas nulíparas ($4,7 \pm 0,3$ kg) en 3 grupos: G1 (8 conejas alojadas individualmente), G4 (4 conejas/grupo), G8 (8 conejas/grupo) y Para G1 se usó un alojamiento individual estándar en jaulas. Para G4 y G8 se usó un prototipo de alojamiento grupal de 1,6x1,5x0,6 m con nidos individuales, bebederos compartidos y un comedero en plataforma. Todas las conejas fueron inseminadas artificialmente y alojadas individualmente durante los primeros 18 días, después de los cuales comenzaron los tratamientos. El consumo de alimento, el peso y las lesiones se controlaron semanalmente y el comportamiento diariamente. El intervalo entre partos fue de 42 días y las crías fueron destetadas a los 32 días. Estaban previstos 3 ciclos de parto y destete de los gazapos. La fertilidad se definió como porcentaje de hembras paridas sobre el total de hembras inseminadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ciclo la fertilidad fue: G1, 63%; G4, 100%; G8, 88%; y la prolificidad fue: G1, 10,2; G4, 12,4; G8, 8,1. En G4, todas las conejas parieron en nidos separados y todos los gazapos nacieron vivos, pero los gazapos de un nido murieron a los 13 días de edad. En G8, 2 conejas parieron en el mismo nido y 1 parió fuera del nido después de una pelea. Szendr *et al.* (2013) también observó que varias madres usaron el mismo nido a pesar de disponer de suficientes nidos libres. En G1, las conejas no mostraron lesiones excepto una ligera alopecia en la zona de la nariz. El grupo G4 presentó lesiones leves que se curaron a los pocos días y alopecia más frecuentemente en comparación con G1. Las lesiones en el grupo G8 fueron más frecuentes desde el primer día y empeoraron con el tiempo; 2 hembras sufrieron lesiones graves en las orejas y 1 tuvo un aborto. Esto llevó a parar el estudio. En el segundo ciclo la fertilidad fue: G1, 100%; G4 y G8: 0%. Algunos estudios han demostrado que la formación de parejas de conejas en su edad adulta da más problemas de socialización llegando a provocar graves pérdidas de animales (Ruis y Coenen, 2004).

CONCLUSIÓN

En general, 8 hembras por grupo supuso una alta densidad ya que mostraron un aumento en agresiones, nidos compartidos, y menor fertilidad. El grupo de 4 hembras resultó prometedor cuando se las agrupó una vez preñadas, pero la IA en grupo redujo el éxito de los partos. El alojamiento individual dio los mejores resultados. Estudios futuros se centrarán en la creación de grupos estables de hembras desde el destete en adelante para mejorar la socialización, reducir las lesiones y aumentar la fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Ruis y Coenen. 2004. 8th World Rabbit Congress • Szendr *et al.* 2013. *Animal*, 7:463-468 • Szendr y McNitt. 2012. *Livestock Sci.* 150: 1-10 • Zomeño, C. *et al.* 2017. *Applied Animal Behaviour Sci.* 194:79-85.

Agradecimientos: Ajuts Activitat Demostració, Generalitat de Catalunya DARPA (Bienestar y rentabilidad: diseño de parques para cría de conejas en grupo). Actividad cofinanciada por la UE a través de la intervención 7201 del PEPAC 2023-2027.

ALTERNATIVA A LA CRÍA COMPLETA DE ALEVÍN EN EXPLOTACIONES DE CEBO DE CARACOL DEL VALLE MEDIO DEL EBRO. RECRÍA DE JUVENILES

Navarro¹, E., Miana-Mena², F.J. y Latorre^{2*}, M.A.

¹ ADS de ganado ovino/caprino Comarca de Luna. C/ San Jorge 6, Ejea de los Caballeros, Zaragoza;

² Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza

*malatorr@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En España hay 293 granjas helicícolas activas. La producción nacional de caracoles en granja es de 440 t/año, concentrándose en Andalucía, Cataluña y Aragón, lo que cubre menos del 5% del consumo total en España (400 g/hab/año) (MAPA, 2022). La producción helicícola se basa en un sistema mixto compuesto por dos fases diferenciadas. La primera, dedicada a la producción de alevines, se desarrolla en un entorno intensivo dentro de naves cerradas, donde las condiciones ambientales son controladas. La segunda, correspondiente al cebo y engorde de los alevines, se lleva a cabo en condiciones extensivas en parques exteriores, coincidiendo con la fase biológica natural de crecimiento del caracol. En el sistema tradicional de engorde, se implantan 9 kg de alevines por cada 1.000 m². El peso inicial del alevín es de 0,022-0,025 g, debiendo alcanzar un peso comercial de 12 g/caracol en 120-140 días (desde marzo hasta julio-agosto).

Sin embargo, el aumento de temperaturas desde el mes de junio de los últimos años ha incrementado la mortalidad, afectando la viabilidad de muchas explotaciones, ya que los caracoles entran en estivación o mueren. Para mitigar este problema, se propone interrumpir el engorde en junio, recolectando los caracoles antes de alcanzar el peso comercial y creando un producto intermedio: el "caracol juvenil" (de aprox. 4 g de peso). Estos podrían almacenarse en condiciones controladas durante el invierno y reintroducirse en la siguiente temporada, además de considerar otras fuentes de caracol juvenil en el mercado. El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad económica de este modelo de recría de caracoles juveniles, analizando la mortalidad, el tiempo necesario para completar el ciclo productivo y el consumo de pienso asociado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recabaron datos de dos campañas en una granja de cebo situada en el valle medio del Ebro, con 3.000 y 7.249 m² utilizados en los años 2023 y 2024, respectivamente. En ambas campañas se arrancó el cebo con caracol juvenil (4 g de media) y se empleó el mismo tipo de pienso, la misma cubierta vegetal y los mismos refugios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El precio de los alevines en el mercado oscila en torno a los 300 €/kg frente a los 3 €/kg en el caso de los juveniles. En ambos casos, repercute en 1,5 € sobre el precio final del kg de caracol vendido. La mortalidad de los juveniles fue del 13,12%, mucho menor que la mortalidad media de los alevines en los últimos años en la misma granja (46%). Este sistema alternativo, comenzando con caracoles de 4 g, permite reducir el tiempo de engorde a 44 días en primavera, evitando temperaturas extremas y, sobre todo, reduciendo el riesgo de mortalidad.

Con el sistema alternativo propuesto, cada kg de caracol vendido consumió 0,90 kg de pienso (cuyo coste es 0,35 €/kg). Se obtuvo una producción de 1,67 kg de caracol vendible/m². Los costes por kg de caracol rondan los 2,5 €, incluyendo el consumo de pienso y otros gastos, con un beneficio neto de 4 €/m², considerando que el precio de venta del caracol adulto en lonja es de entre 5 y 6 €/kg (según la época del año; Lonja de Bellpuig). La diferencia entre los dos sistemas no está en la producción de kg de caracol/m², sino en la época de venta y la eliminación del riesgo de muerte por altas temperaturas.

CONCLUSIÓN

La recría de caracol juvenil puede ser una alternativa y/o un complemento a la cría completa de alevín, por su corta duración y por su menor riesgo de mortalidad, al esquivar las altas temperaturas estivales. En los meses de mayo y junio, este caracol no compite con las importaciones de países del este de Europa, por lo que su precio es alto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022). Caracterización del sector helicícola. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/helicicola/>

IMPACTO DEL MOMENTO DE SALIDA AL EXTERIOR EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE CRECIMIENTO LENTO

Nieto^{1*}, J., Plaza¹, J., Pérez-García¹, M.E., Abecia², J.A. y Palacios¹, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca.
Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España; ²IUCA, UNIZAR, Zaragoza, España
*jaimenl@usal.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas avícolas alternativos son cada vez más populares por la demanda de productos sostenibles, éticos y de alta calidad. En estos sistemas, el acceso al exterior es un factor clave en el bienestar y rendimiento productivo de las aves. La maximización del acceso al aire libre permite a los pollos expresar comportamientos naturales y buscar alimento. Sin embargo, la edad en que las aves comienzan a salir al aire libre puede influir en diversos parámetros productivos. Este estudio busca explorar cómo el momento de la salida al exterior con distintas edades puede afectar a los rendimientos productivos de pollos de engorde de crecimiento lento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 256 pollos machos de crecimiento lento *Coloryield* de 1 día de edad (PV: $39,64 \pm 0,06$ g) se dividieron homogéneamente en 32 corrales con 8 aves en cada uno. Se realizaron 4 grupos (8 corrales/grupo), que salieron al exterior a los 22, 28, 36 ó 50 días de vida. Hasta su traslado al aire libre, permanecieron en un espacio cerrado con temperaturas controladas. El ensayo finalizó a los 85 días de edad. Los animales se pesaron semanalmente (PV, g), se monitoreó el consumo de pienso (CP, g) y se calcularon la Ganancia Media Diaria (GMD, g/d) y el índice de conversión (IC) de cada corral. Se determinó la variación porcentual entre el último valor registrado en el alojamiento interior y el primer valor en el alojamiento exterior de cada grupo de los factores estudiados. Se realizó un GLM para comparar las medias de los factores estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, hubo diferencias ($p < 0,001$) tanto en la variación de PV, CP, GMD e IC entre las distintas salidas. El mayor incremento de PV se observó en los pollos que accedieron al exterior a los 22 d de vida ($42,52 \pm 2,30^a$ %). Por el contrario, a los 50 d, el incremento de PV fue el menor ($19,39 \pm 1,59^c$ %) entre todos los grupos. El mayor incremento de CP se registró en el grupo que salió al exterior a los 28 d ($33,56 \pm 1,70^a$ %), mientras que los pollos que accedieron al exterior a los 50 d mostraron el menor incremento ($4,96 \pm 5,91^b$ %) entre todos los grupos. La variación de GMD fue mayor a la salida 22 ($47,18 \pm 8,80^a$ %); los pollos que salieron a los 50 y 28 d, obtuvieron GMD negativas ($-0,01 \pm 8,00^b$ y $-14,37 \pm 20,04^b$ % respectivamente). Por último, la variación del IC más favorable fue mejor para el grupo que salió al exterior a los 22 días ($-73,22 \pm 26,24^c$ %), mientras que los grupos de salida a los 36 y 28 días alcanzaron los peores IC ($10,97 \pm 4,71^a$ y $30,81 \pm 9,65^a$ % respectivamente). En general, el comportamiento de los grupos, tanto antes de salir al exterior como después, mostró una gran variabilidad en los registros, posiblemente debido al uso de estirpes de crecimiento lento genéticamente no homogéneas. Estos resultados están en consonancia con otros estudios, donde la salida al exterior a los 36 días frente a los 71 favorece los rendimientos productivos. El aumento de los días de acceso al aire libre afecta ventajosamente a dichos rendimientos.

CONCLUSIÓN

En pollos de engorde de crecimiento lento, adelantar la salida al exterior a los 22 d reduce los efectos negativos del cambio de alojamiento, consiguiendo mejores resultados productivos de los pollos que se mantuvieron en el interior más tiempo. Los pollos que salieron a los 50 d de vida obtuvieron los peores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Castellini *et al.* 2017. Poult. Qual. Eval. 335-357 • Chen *et al.* 2013. Poult. Sci. 92(2): 435-443 • Fanatico *et al.* 2005. Poult. Sci. 84(8): 1321-1327 • Fanatico *et al.* 2008. Poult. Sci. 87(6): 1012-1021 • Tong *et al.* 2015. Poult. Sci. 94(6): 1115-1121 • Weimer *et al.* 2020. Poult. Sci. 99(9): 4398-4407

Agradecimientos: Al departamento de Agrarias del I.E.S. Torres Villaroel.

EFFECTO DEL NÚMERO Y SEXO DE LOS HERMANOS SOBRE LA PRODUCCIÓN LECHERA FUTURA DE OVEJAS

Contreras-Solis¹*, I., Abecia², J.A. y Palacios³, C.

¹Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación, Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona, España; ²IUCA. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza, España;

³Departamento de Construcción y Agronomía, Universidad de Salamanca, Avda. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España

*ignacio.contreras@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que la eficiencia de los sistemas de producción lechera con ovejas depende tanto de factores ligados al animal como ambientales. Dentro de los factores ambientales están aquellos vinculados al desarrollo fetal, los cuales pueden determinar el desempeño productivo de la descendencia. En este sentido, se ha demostrado que el estado nutricional de la madre –durante el preparto– afecta el desempeño productivo de su descendencia (Paten *et al.*, 2017), así como también, se ha observado –de modo inverso– un efecto del sexo de los fetos sobre la producción lechera de la madre (Abecia y Palacios, 2018). Sin embargo, el efecto de las relaciones intrauterinas, y del número y sexo de los fetos ovinos sobre el desempeño lechero de sus hermanas en su etapa productiva es aún desconocida. Por esta razón, el propósito del presente estudio observacional fue determinar si la presencia, género y número de hermanos durante la etapa fetal ejerce efecto sobre la producción lechera futura de ovejas (fetos hembras).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó una base de datos de 10.262 ovejas lecheras de la raza Assaf provenientes de registros de 12 explotaciones ganaderas intensivas de Castilla y León, desde 2002 al 2023. El estudio consistió en realizar un análisis de regresión logística binomial mixta (usando el programa RStudio®), para evaluar las siguientes variables dependientes: producción total (PTL) y diaria de leche (PDL). Ambas variables fueron categorizadas en dos niveles (Alta y Baja producción). La variable independiente vinculada al factor hermano (HER) dentro de la misma camada fue categorizada en: 0Hnos: sin hermanos; H: con una hermana; HH: con dos hermanas; M: con un hermano y MM: con dos hermanos. Otros efectos fijos incluidos en el modelo fueron aquellos asociados con la edad/número de partos (NP2; 1: uno; 2: dos o más partos) y días de lactancia (DL). Adicionalmente, los factores vinculados al individuo/oveja y la granja fueron incluidos en el modelo como efectos aleatorios (oveja anidada dentro de granja). Se realizó el cálculo del cociente de probabilidades (OD: odd ratios) para confirmar si el factor HER tiene un efecto significativo ($p < 0,05$) en la magnitud relativa de PTL y PDL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los indicadores de producción de leche (PTL y PDL), el modelo de regresión logística para PTL fue más eficiente que el modelo para PDL (en términos de Pseudo- R^2 ; 0,58 y 0,16 para PTL y PDL respectivamente). Se observó que las ovejas provenientes de gestaciones gemelares tuvieron 3,7 (con una hermana/H) y 3,8 (con un hermano/M) veces más probabilidades (OD) de tener una PTL-Alta en comparación a aquellas ovejas provenientes de partos simples (0Hnos). Sin embargo, no se observó un efecto significativo de las ovejas provenientes de partos triples (nacidas con dos gemelas hembras y dos machos; HH y MM) sobre la PTL. El efecto del NP2, presentó un OD opuesto para PTL (0,10; $P < 0,001$), específicamente para los niveles de dos o más partos. Esto último concuerda con lo indicado por Pollot y Gootwine (2004), quienes señalan una disminución del PTL después del segundo y los subsiguientes partos en ovejas Assaf bajo manejo intensivo.

CONCLUSIÓN

Se concluye que las corderas que provienen de partos gemelares tienen una mayor probabilidad de tener un PTL alto en su etapa productiva en comparación con las corderas provenientes de partos simples. Los resultados obtenidos es una primera aproximación para contribuir al desarrollo de estrategias de manejo para aumentar la eficiencia de los sistemas de producción de leche con ovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pollott, G.E. y Gootwine, E. 2004. J. Dairy Sci. 87: 3690-3703; • Paten *et al.*, 2017. Animal 11:1027-1035.
- Abecia, J. A. y Palacios, C. 2018. Italian Journal of Animal Science 17(3): 736-739.

EFFECTO DE LOS DÍAS DE REPOSO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DEL PARTO POSTERIOR EN FUNCION DEL NIVEL PRODUCTIVO EN OVEJAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Palacios, C., Guisado, M., Nieto*, J., Plaza, J. y Abecia, J.A.

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca.

Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España

*carlospalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

El rendimiento lechero se ve afectado por muchos factores, y el periodo seco o días de reposo (DR) es uno de los más mencionados en la literatura sobre producción lechera, en el caso del ganado vacuno lechero (Wiggans *et al.* 2002). La duración de los días de reposo (DR) es crucial no sólo porque influye en la productividad de la siguiente lactación, sino también porque afecta a la salud de los animales lecheros. Existen reportes que indican que en ovejas Lacaune con lactaciones más productivas van seguidas de un periodo seco más corto, y que días de reposo de 30-90 d conducen a mayores rendimientos productivos en la siguiente lactación (Hernandez *et al* 2012).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron treinta y seis granjas de ovino de leche con raza Assaf situadas en Castilla y León, recogiendo datos individuales de los animales durante 22 años, agrupando un total de 384.875 partos correspondientes a 152.609 ovejas. Se registraron 13 variables por cada parto de cada oveja y los datos correspondientes del parto posterior, como la Granja, Código de oveja identificativo, Fecha de Parto, Número de corderos nacidos Numero de parto, Días de ordeño, Litros acumulados en partos, Litros por día, Días abiertos, Fecha de secado, Días de reposo, Litros acumulados en el parto posterior, fecha de baja. Posteriormente se codificaron las ovejas por número de litros producidos en el parto controlado, en ocho categorías agrupadas de 100 en 100 litros por lactación. Los Días de Reposo se agruparon siendo el mínimo tiempo de reposo de 0-30 días (grupo 1) hasta el máximo de 180-210 días (grupo 7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p < 0,001$, en la producción de leche producida en función de los días de reposo y en función de los grupos de producción de leche. Las mayores producciones obtenidas de leche en el segundo parto, en función de los días de reposo, fueron las del grupo 3 (60-90 días de reposo) con $417,61 \pm 207,89$ litros, y las que peores resultados obtuvieron fueron las ovejas pertenecientes al grupo 7 (180-210 días de reposo) con $335,60 \pm 195,92$ litros. Por tanto, para obtener un mayor número de litros de leche lo recomendado sería dejar a los animales entre 2 y 3 meses de reposo para obtener aparentemente los mejores resultados de leche en el parto posterior, coincide con lo propuesto por . Aunque a medida que aumentamos los días de reposo las producciones son menores. Las ovejas menos productoras, <100 litros por lactación, obtienen más producción en el siguiente parto con reposos de menos de 30 días hasta los 90 días (322,16-257,08 litros, respectivamente), con más días de reposo disminuyen las producciones (<224,74). A medida que los animales tienen mayores capacidades productivas, los periodos de reposo recomendados con mayores producciones fueron de 120-150 días preparto (378,45 litros para los animales del grupo de 300-400 litros por lactación). Cuando los secados son menores de 120 días se aprecia un efecto negativo sobre la producción lechera como proponen Hernández Díaz *et al.* (2016), y en contra de lo propuesto por Pollott y Gootwine (2004), que en esta raza proponen que no afectaba a la producción lechera.

CONCLUSIÓN

El periodo de secado afecta sobre la producción lechera del parto posterior en ovejas de raza Assaf, pero de forma diferente en función del nivel productivo de la oveja, en ovejas poco productoras requiere secados de un mes máximo y en las ovejas de más de 200 litros secados de 4, 5 meses preparto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hernandez, F. *et al.* 2002. Journal of dairy research, 79(3): 352-360. • Hernández Díaz, F. 2016. Bases para la mejora de la productividad. • Pollott, G.E. y Gootwine, E. 2004. Journal of Dairy Science, 87(11): 3690-3703 • Salvador, A. y Martínez, G. 2007. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, 48(2): 61-76. • Wiggans GR *et al.* 2002. Journal of Dairy Science 85: 264.

SEGUIMIENTO PRODUCTIVO DURANTE EL CEBO Y ANÁLISIS DE EFECTOS SISTEMÁTICOS EN EL PESO DE LA CANAL DE LA RAZA BOVINA MENORQUINA

Resconi^{1*}, V.C., Mercadal², A., Seguí¹, A., Campo¹, M.M. y Varona¹, L.

¹Instituto Agroalimentario IA2, Universidad de Zaragoza – CITA, 50013 Zaragoza;

²Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera, 07760 Ciutadella de Menorca

*resconi@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La raza bovina Menorquina es autóctona de aptitud mixta y clasificada con un grado de amenaza medio, con productos de reconocida calidad, tanto la leche utilizada para elaborar queso y helado como la carne comercializada bajo la marca de calidad "Vermella Menorquina". En este trabajo se estudian los datos productivos en cebo de esta raza en condiciones comerciales. Además, se analiza, a partir de datos de dos mataderos y del libro genealógico, la variabilidad ambiental del peso de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó el seguimiento de datos productivos del cebo de 78 animales en tres ganaderías (ALG, SON y BIN), y el peso al nacimiento en una cuarta granja (N=18). La estimación de los efectos sistemáticos para el peso de la canal se realizó mediante un modelo animal que incluyó los efectos edad al sacrificio, sexo, matadero, estación del año y ganadería, además de los efectos genéticos directo y materno y el efecto residual. Para ello se utilizaron 6.733 entradas individuo-padre-madre y 1.803 datos procedentes de los dos mataderos ubicados en Menorca (Mahón y Ciutadella). El modelo se analizó mediante el programa informático blupf90+ (Miszta, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso promedio al nacimiento fue de $39,4 \pm 5,97$ kg, siendo más bajo en las hembras ($36,0 \pm 4,86$ kg) que en los machos ($44,7 \pm 2,67$ kg). El cebo comenzó en diferentes edades y pesos en las tres granjas: en ALG a los 8,9 meses con 252 kg, en BIN a los 8,2 meses con 285 kg, y en SON a los 6,0 meses con 199 kg. La duración del cebo varió entre 6,7 y 10,5 meses. La ganancia media diaria durante el cebo fue de $1,05 \pm 5,97$ kg, observándose un crecimiento lineal positivo durante el periodo evaluado, si bien algunos individuos ralentizaron su crecimiento en algunos periodos e incluso bajaron de peso. El índice de conversión de concentrado varió entre 6,82 y 13,24 kg/día, siendo más eficiente en SON.

La edad de sacrificio mostró un amplio rango, con animales sacrificados a los 10,8 meses hasta más de 30,6 meses, en respuesta a diferentes exigencias del mercado (carnicería o restauración, época del año). Esta fue de aproximadamente 20 meses en ALG, y 15 meses en BIN y SON. El rendimiento de la canal fue del $53,5 \pm 3,32$ %, siendo mayor en ALG (303 kg de canal), seguido de BIN (248 kg) y SON (228 kg), lo cual refleja la variabilidad en los pesos de la canal. Los datos de los dos mataderos de Menorca muestran que el 46% de las canales de Vermella Menorquina pesaron menos de 250 kg y el 47% entre 250-350 kg, indicando que las tres explotaciones en seguimiento reflejan bien el perfil mayoritario de esta marca de calidad.

Los resultados del análisis de efectos sistemáticos fueron los siguientes: la edad al sacrificio mostró un incremento estimado de 206 g/día, se halló una diferencia de 68,80 kg entre machos y hembras y de 6,81 kg entre los mataderos de Mahón y Ciutadella. La estación del año también tuvo un impacto significativo: los animales sacrificados en invierno presentaron canales 14 kg más pesadas que en verano, seguidos de primavera (+9 kg) y otoño (+5 kg). Esto se relaciona con la alimentación, más controlada y nutritiva en invierno y primavera, mientras que en verano la menor disponibilidad de pastos afecta negativamente al peso. Además, se observó una gran variabilidad entre ganaderías. Adicionalmente, se estimó una heredabilidad directa de 0,30 y los efectos maternos mostraron un efecto marginal en la variabilidad fenotípica.

CONCLUSIÓN

Este estudio ofrece una caracterización de los datos productivos en cebo y del peso de la canal de animales amparados por la marca de calidad "Vermella Menorquina".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Miszta, I. 2018. Blupf90+: Software for breeding analysis with large pedigrees [Programa informático].

Agradecimientos: A los ganaderos de las fincas participantes, al Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera, y a la Associació de Ramaders de Bestiar Boví de Raça Menorca, especialmente a Diego Saurina Pons, Ibai Martínez Eceolaza y Pau Pons Pons.

ESTUDIO DE PARÁMETROS DEL SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO EN CINCO EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS

Cerqueira^{1,2,3*}, J.L., Silva¹, A.S.F., Mata², F., Blanco-Penedo⁴, I., Cantalapiedra⁵, J. y Araújo^{1,2,6}, J.P.

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal; ²Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agro-alimentares e Sustentabilidade (CISAS), IPVC, Viana do Castelo, Portugal; ³Centro de Investigação em Ciência Animal e Veterinária (CECAV) e Laboratório Associado para Ciência Animal e Veterinária (AL4AnimalS), Portugal; ⁴Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, Spain; ⁵Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, Spain; ⁶Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal

*cerqueira@esa.ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

Los establos con sistemas de ordeño automático proporcionan grandes cantidades de datos, que pueden utilizarse para mejorar el nivel de producción del rebaño, pero también el estado de bienestar de los animales. El rendimiento del sistema depende principalmente de las condiciones ambientales y de la alimentación en el establo y también del compromiso de los productores (Hansen *et al.*, 2020). Los factores que deben tenerse en cuenta son los relacionados con el tiempo en el box, la velocidad de ordeño y la frecuencia de ordeño (Sitkowska *et al.*, 2018). El objetivo del trabajo consistió en analizar parámetros del sistema de ordeño voluntario en explotaciones de vacas lecheras en Norte de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recopilaron y validaron datos productivos de 113041 registros de ordeño durante seis meses (diciembre de 2023 a junio de 2024). Las cinco explotaciones están ubicadas en Vila do Conde y Maia en la región Norte de Portugal, con rebaños de entre 50 y 160 vacas en producción. Para determinar el efecto del número de lactación y de la explotación sobre los diferentes indicadores del sistema de ordeño voluntario, se utilizó el método estadístico ANOVA, aplicando la prueba de Tukey para comparar medias, a través del programa SPSS (versión 29).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche/vaca/día fue de $40,2 \pm 11,8$ kg, el promedio de días en leche (DEL) de $166,0 \pm 104,4$, con $2,5 \pm 1,5$ lactaciones, $2,8 \pm 0,9$ ordeños/día/vaca y duración del ordeño de $6,8 \pm 1,8$ minutos, en las 5 explotaciones estudiadas. La 2ª lactación presentó el mayor número de vacas (30,4%), seguida de la 1ª (28,0%), la 3ª con 19,7%, la 4ª con 11,7% y con 10,2% en ≥ 5 ª lactación. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre todas las lactaciones para la producción diaria de leche, resultando en $36,2 \pm 8,9$ kg en la 1ª frente a $42,8 \pm 12,5$ kg en la 4ª lactación. Se observó un efecto ($P < 0,05$) de la lactación sobre el intervalo entre ordeños, donde las vacas con ≥ 5 ª lactaciones presentaron intervalos más largos entre ordeños ($10,0 \pm 2,5$ horas), mientras que la 2ª y 3ª lactaciones presentaron los valores más bajos ($8,9 \pm 2,5$ horas). La duración del ordeño fue significativamente ($P < 0,05$) mayor en las vacas de ≥ 5 lactaciones ($7,7 \pm 2,2$ minutos) y similar en la 1ª, 2ª y 3ª ($6,6 \pm 1,7$ minutos). La 1ª lactación reveló ($P < 0,05$) valores inferiores ($1,03 \pm 0,2$) para el índice de detección de mastitis frente a ≥ 5 lactaciones, que presentaron valor mayor ($1,19 \pm 0,4$). Se constató un efecto de la explotación sobre la producción diaria de leche ($B = 36,7 \pm 10,7$ kg y $E = 43,3 \pm 12,7$ kg, duración del ordeño ($6,8 \pm 1,8$ minutos), intervalo entre ordeños ($9,1 \pm 2,5$ horas), conductividad eléctrica de la leche ($4,52 \pm 0,61$ S/cm) y consumo de concentrado/vaca ($5,60 \pm 2,01$ Kg) ($P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

La producción de leche fue muy alta en vacas jóvenes, que realizaran 3 ordeños al día con una duración de 7 minutos. Para mejorar la eficiencia técnica, estas diferencias significativas entre explotaciones, animales en producción y parámetros del sistema de ordeño se deben continuar estudiando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hansen, B.G., Bugge, C.T., Skibrek, P.K. 2020. J. Rural Stud 80: 469-480. • Sitkowska, B., Piwczynski, D., Wojcik, P. 2018. Ital. J. Anim. Sci 17(3): 777-784.

Agradecimientos: Proyecto UIDB/05937/2020 y UIDP/05937/2020 financiado por FCT – Portugal.

INFLUENCIA DEL DISEÑO DEL SUELO Y LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS DE ENGORDE

Hlel^{1*}, N., Fajardo¹, B., Cano², C., Piquer², L., Iborra¹, I., Calvet¹, S., Estellés¹, F. y Díaz de Otálora¹, X.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal-Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España; ²Centro de Investigación y Tecnología Animal – Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Polígono La Esperanza 100, 12400 Segorbe, España
*nhlel@doctor.upv.es

INTRODUCCIÓN

El diseño apropiado de los alojamientos en sistemas de engorde de cerdos es crucial para asegurar su bienestar y rendimiento productivo (Hennig-Pauka y van Altrock, 2023). En este sentido la diversidad tipos de suelo y sistemas de ventilación existentes, pone de relieve la necesidad de analizar el efecto de estos sobre el crecimiento y rendimiento de los animales. Por todo ello, este estudio evalúa los efectos de los suelos mixtos (sólido+emparrillado) y las estrategias de refrigeración adaptadas en el rendimiento de cerdos en engorde bajo condiciones de estrés por calor moderadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la granja experimental del CITA-IVIA en Segorbe (España) de abril a julio de 2024. Se compararon dos grupos de 64 cerdos de la raza Duroc x (Landrace x Large White): un grupo control (CTR) alojado en un suelo completamente emparrillado y un grupo experimental (EXP) con suelo mixto (33% sólido) y ventilación adicional. El estudio abarcó tres periodos de alimentación y durante el último se introdujeron corrientes de aire a nivel del animal en el grupo EXP. En este grupo 4 corrales contaron con 100% de superficie con ventiladores para generar corrientes de aire (MAX_{EV}) y 4 corrales con 50% (MED_{EV}). Por el contrario, el grupo CTR no contó con ventiladores (NO_{EV}). Los ventiladores funcionaron entre 4 y 6 horas diarias. Se pesó a los cerdos al inicio del experimento y tras cada cambio de pienso. La ingesta de alimento (IA) se calculó dos veces por semana restando el alimento rechazado del ofrecido. Así mismo se contabilizó el consumo de agua (CA), la conversión de alimento (TCA) y la mortalidad (TM) en las tres fases de alimentación y subgrupos de ventilación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la primera transición de pienso, se observaron diferencias significativas entre el peso corporal del grupo CTR (34,0 ± 4,36 kg) y el grupo EXP (32,6 ± 4,83 kg). Así mismo, la IA también fue significativamente mayor en el grupo CTR (1,28 ± 0,15 kg) frente al EXP (1,21 ± 0,12kg). Si bien a lo largo del estudio, no se observaron diferencias significativas en las tasas de mortalidad, el grupo EXP mostro valores ligeramente más altos (7,8%) en comparación con el grupo de CTR (1,6%). En el último periodo de alimentación, antes de añadir ventilación adicional, no se observaron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre grupos, con pesos corporales de 91,9 kg (CTR) y 89,1 kg (EXP). Sin embargo, si se observaron diferencias significativas en el CA con 15 L/animal/día en el grupo CTR frente a 10 L/animal/día en el grupo EXP. Esta disparidad puede atribuirse a que los cerdos en suelos emparrillados consumen más agua para mitigar el estrés térmico, mientras que los de suelos parcialmente emparrillado se benefician del efecto refrigerante de las áreas sólidas, potencialmente más húmedas. Tras la introducción de ventilación adicional, no se encontraron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre los grupos MAX_{EV}, MED_{EV} y NO_{EV}.

CONCLUSIÓN

Aunque inicialmente se observaron diferencias en el rendimiento productivo, estas diferencias disminuyeron con el tiempo demostrando como el tipo de alojamiento no causa un efecto significativo en el crecimiento de los cerdos. Así mismo, la ventilación adicional no afectó significativamente los parámetros de crecimiento durante el último periodo siendo necesaria su consideración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hennig-Pauka, I. y von Altrock, A., 2023. Burleigh Dodds Sci. Publ. 45 p.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte Europa de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 01059609 (proyecto Re-Livestock). Cuenta con la ayuda del proyecto PLF4ALL (CIAICO/2021/212) financiado por la Generalitat Valenciana. Nawel Hlel cuenta con financiación del Programa Santiago Grisolia (CIGRIS/2023).

IMPACTO DEL DISEÑO DEL SUELO Y LA VENTILACIÓN AUXILIAR EN LA CALIDAD DEL AIRE EN SISTEMAS DE ENGorde PORCINO

Hlel^{1*}, N., Fajardo¹, B., Cano², C., Piquer², L., Iborra¹, I., Calvet¹, S., Estellés¹, F. y Díaz de Otálora¹, X.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal – Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España; ²Centro de Investigación y Tecnología Animal – Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Polígono La Esperanza 100, 12400 Segorbe, España

*nhlel@doctor.upv.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alojamiento mixtos, combinando áreas de suelo emparrillado y sólido, están ampliamente extendidos en las explotaciones de cerdos de engorde (Aarnink *et al.*, 1997). Sin embargo, frente a los suelos totalmente emparrillados, los suelos mixtos podrían suponer una reducción de la calidad del aire debido a mayores emisiones derivadas de una mayor exposición del purín al aire. En este sentido, una estrategia potencial para mitigar este problema pasa por modificar los patrones de excreción de los animales mediante la generación de corrientes de aire en las zonas de suelo sólido, favoreciendo la reducción de la acumulación de purines en estas áreas. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la contribución de la ventilación adicional en las zonas de suelo sólido a la calidad del aire en sistemas de alojamiento con suelos mixtos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento fue desarrollado durante los meses junio y julio en la granja experimental del CITA-IVIA en Segorbe, España. Un total de 128 cerdos de la raza Duroc x (Landrace x Large White) fueron divididos en dos grupos balanceados por peso de 64 animales cada uno. Un grupo control (CTR) alojado en un suelo completamente emparrillado y un grupo experimental (EXP) alojado en un suelo con un 33% de superficie sólida y ventiladores a nivel de los animales. La ventilación adicional en el grupo experimental se implementó para mitigar el impacto de las altas temperaturas interiores. La calidad del aire, derivada de las concentraciones de gases (NH_3 y CO_2) y los datos climáticos (temperatura y humedad relativa) se monitorearon continuamente utilizando sensores inalámbricos Dräger con una frecuencia de un dato por minuto. Se instalaron cuatro sensores, dos para medir las emisiones de NH_3 y otros dos para medir los niveles de CO_2 distribuidos de forma que recogieran las concentraciones y dinámicas de estos gases en cada una de las salas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso corporal promedio de los cerdos osciló durante el experimento entre 74 y 122 kg. El grupo EXP presentó concentraciones más altas de NH_3 ($5,91 \text{ ppm} \pm 0,88$), pero menores de CO_2 ($714,16 \text{ ppm} \pm 64,12$) en comparación con el grupo control (NH_3 : $4,45 \text{ ppm} \pm 1,44$, CO_2 : $811,76 \text{ ppm} \pm 54,60$). Esto podría deberse a que los cerdos defecaron en la superficie sólida y descansaron en la superficie emparrillada, lo que provocó retención de estiércol y, consecuentemente, un aumento del NH_3 por una mayor volatilización. En lo que se refiere a la temperatura, esta se redujo significativamente ($25,2^\circ\text{C} \pm 1,69$, $p < 0,05$), mientras que la humedad relativa aumentó ($61,8\% \pm 5,79$) en la sala experimental debido a la mejora en la ventilación. Además, se determinó el índice de temperatura humedad, sin mostrarse diferencias significativas entre las dos salas.

CONCLUSIÓN

Estos resultados destacan el potencial de los sistemas de ventilación mejorados para reducir la temperatura y las concentraciones de CO_2 , aunque se acompaña de un aumento en las concentraciones de NH_3 . En conclusión, el sistema de suelo parcialmente sólido afecta la calidad del aire en los alojamientos de cerdos, incluso cuando se implementa ventilación adicional. Esto subraya la importancia de estrategias de gestión integradas en los sistemas de alojamiento porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarnink, A.J.A., Swierstra, D. y Speelman, L, 1997. J. agric. Engng Res 66: 93-102.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte Europa de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 01059609 (proyecto Re-Livestock). Cuenta con la ayuda del proyecto PLF4ALL (CIAICO/2021/212) financiado por la Generalitat Valenciana. Nawel Hlel cuenta con financiación del Programa Santiago Grisolia (CIGRIS/2023).

ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN FUNCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y LA CAMPAÑA

Sánchez-Esquiliche^{1,2*}, F., López-Carbonell², D., Gómez-Carballar¹, F., Márquez¹, A y Varona², L.

¹Sánchez Romero Carvajal SA, 21290 Jabugo, Huelva; ²Universidad de Zaragoza

*fernando.sanchez@osborne.es

INTRODUCCIÓN

La producción tradicional del cerdo ibérico en montanera se diferencia, entre otros aspectos, por un consumo de alimentación de la dehesa antes del sacrificio, basada en bellota y hierba, con un perfil nutricional de gran aporte de carbohidratos, una grasa vegetal insaturada, alta carga de antioxidantes y deficiente en proteína y AA esenciales. Esto confiere, a priori, un perfil lipídico diferencial del cerdo al sacrificio. Este perfil fue usado como indicador de la alimentación en el RD 1469/2007: bellota, recebo o cebo. Legislación “derogada” aparte, el perfil lipídico del animal al sacrificio influye tecnológicamente en los procesos de secado y curado del jamón, además de su calidad organoléptica final. En este estudio se pretende visualizar la influencia que pueda tener la localización y la añada de la producción de bellota en las características del perfil de ácidos grasos.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de la base de datos DIGILLOTA, de Sánchez Romero Carvajal, se han extraído la información de 368737 cerdos ibéricos en pureza, dentro de 3856 partidas, alimentados en régimen de montanera y sacrificados en invierno en el matadero SRC-Jabugo entre las campañas 2019 y 2024. Se extraen los datos de localización de la montanera (municipio), fecha de matanza, y perfil de ácidos grasos mediante pool de la partida analizados por el método de cromatografía de gases (ISO 12966-4:2015). Los datos de composición de ácidos grasos promedio de cada partida (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) se tomaron como observaciones y se analizaron mediante un modelo bayesiano mediante el algoritmo INLA (Rue *et al.*, 2011). El modelo incluyó los efectos explotación y municipio-año, además del residuo. Los efectos explotación se asumieron normal e independientemente distribuidos, mientras que los efectos municipio-año se asumieron distribuidos mediante una normal multivariante cuya matriz de relaciones depende de la distancia entre municipios y de la distancia temporal en años. Para el análisis de este modelo se ha utilizado el paquete R-INLA (Lindgren y Rue, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron variabilidad entre municipios y entre campañas con un rango entre el municipio con mayor y con menor resultado del 2,05% en monoinsaturados, del 1,78% en poliinsaturados y del 2,81% en saturados. Además, se detectaron covarianzas significativas entre localizaciones de municipios cercanos y entre campañas sucesivas. Las variaciones del perfil de ácidos grasos del cerdo tienen componentes genético, nutricional y ambiental. La bellota es el principal alimento del cerdo durante la montanera y el perfil y la cantidad de grasa que contenga podrá ser acumulado de forma directa por el cerdo, por lo que parte de las diferencias encontradas podrían atribuirse al valor nutricional de la misma, variable entre especies de árboles como encinas o alcornoques, o entre zonas geográficas. Las enzimas desaturasas son responsables de la aparición de dobles enlaces en las cadenas de ácidos grasos y su activación podría estar influenciada por la temperatura que soportan los cerdos (Muranishi *et al.* 2024). Estas diferencias meteorológicas en las sucesivas añadas también afectan a los *Quercus* spp., tanto a su producción de bellota como al valor nutricional de la misma.

CONCLUSIÓN

El modelo permite detectar diferencias geográficas y entra campañas, que ratifican la dependencia ambiental de la calidad del jamón ibérico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Muranishi *et al.* 2024. 7th Fatty Pig & 12th Mediterranean Pig Meeting, Budapest.
- Lucy, M.C. y S Afransky, T.J. 2017. Molecular Reproduction and Development. 84(9): 946-956
- Lindgen, F. y Rue, H. 2015. Journal of Statistical Software 63(19): 1-25.
- Rue, H., Martino, S., Chopin, N. 2009. Journal of the Royal Statistical Society B 71: 319-392.

Agradecimientos: Proyecto DIGILLOTA: AEI-0105002023134.

INTEGRACIÓN DE MODELOS DINÁMICO Y MECANICISTA PARA ESTIMAR Y PREDECIR EL CRECIMIENTO DEL CERDO IBÉRICO

Sánchez-Esquiliche^{1,2*}, F., Herrera³, N., Matos¹, G., Ramírez¹, G., Gutiérrez⁴, J.P., Nieto⁵, R., Muniesa², A. y Ferreira², C.

¹Sánchez Romero Carvajal Jabugo, Jabugo; ²Universidad de Zaragoza, Zaragoza;

³ADA, Segovia; ⁴Universidad Complutense de Madrid, Madrid;

⁵Estación experimental del Zaidín-CSIC, Granada

*fernando.sanchez@osborne.es

INTRODUCCIÓN

Las etapas de crecimiento de cerdo ibérico en sistemas productivos tradicionales, como la pre-montanera, ha estado históricamente poco estudiada (Sánchez-Esquiliche *et al.*, 2023). Esta fase productiva, desde los 3 meses de vida hasta el comienzo de la montanera, se caracteriza principalmente por mantener los animales en extensivo o semiextensivo y un manejo basado en cierta restricción alimentaria apoyada por hierba u otros productos estacionales. Para poder estimar el crecimiento del cerdo en estos sistemas, dónde no conocemos el consumo, han surgido modelos en el último año para afrontar este reto: García-Contreras *et al.* (2024) aportan unos modelos (BIO) de estimación de los componentes corporales *in vivo* basándose en técnicas no invasivas, como mediciones morfométricas, ecografía o bioimpedancia; o Sánchez-Esquiliche *et al.* (2024) afronta este reto postulando unos modelos predictivos de crecimiento (GOMP) de tejido magro y cenizas basados en la edad de los animales, y en el peso total del cerdo para el componente lipídico. En el presente trabajo se pretende integrar modelos de estimación y predicción de los componentes corporales del cerdo ibérico para mejorar su crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usó una base de datos de 24 cerdos ibéricos en crecimiento de entre 194 y 407 días de edad y 57,8 y 113,1 kg de peso, con 36 medidas morfométricas y ecográficas (García-Contreras *et al.*, 2024). Se obtuvieron dos predicciones de cada componente corporal (proteína, grasa, agua y cenizas): una con el modelo empírico BIO y otra con el dinámico GOMP. Se les aplicó un coeficiente de correlación calculado en relación con el dato observado correspondiente a cada componente de la canal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de tejido magro observado representó un 31,93% de la canal, que fue estimado como 32,01% con el modelo BIO o 28,95% con GOMP. En la grasa encontramos 25,15%, 25,16% y 30,31% para el resultado observado y el estimado con BIO y GOMP, respectivamente. Aplicados los algoritmos que unifican ambos modelos, encontramos 30,49% para magro y 27,70% para grasa, con un 0,996 y 0,995 de coeficiente de correlación para magro y grasa respectivamente.

El uso de modelos mecanicistas, que dividen el cerdo en sus componentes químicos, en cerdo ibérico extensivo acarrea cierta complejidad para su uso en campo en cerdos ibéricos en extensivo. No obstante, genera una información relativa a la composición corporal que hace interesante el uso de estos datos para la toma de decisiones, especialmente en sistemas extensivos en los que no tenemos control del alimento natural que toman los animales directamente del campo, ni en su composición ni su cantidad. En cerdos ibéricos en crecimiento que comenzarán su engorde con la cosecha (variable entre años), de bellotas de la montanera, es compleja la decisión del aporte extra de alimento que el cerdo necesita y que, tradicionalmente, se ha basado en un buen hacer del ganadero y sus observaciones y conocimiento. En un mundo rural que tiene que afrontar el problema del relevo generacional, poder optar por herramientas basadas en datos para la toma de decisiones es un posible camino para la optimización de la calidad en explotaciones extensivas.

CONCLUSIÓN

El uso de un algoritmo mecanicista y dinámico mejora las estimaciones y predicciones de los componentes corporales del cerdo ibérico y podría ayudar para la mejora del crecimiento y la calidad final del cerdo. Este tipo de enfoques podrían dar explicación a fenómenos pobremente explicados como el crecimiento compensatorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Sánchez-Esquiliche *et al.* 2023, SJAR • García-Contreras *et al.*, 2024, Meat Science • Sánchez-Esquiliche *et al.*, 2024, Animals.

Agradecimientos: Proyecto IberTOP CPP2023-010423.

INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA CENSAL EN LA PRODUCTIVIDAD A LO LARGO DEL TIEMPO EN LAS GRANJAS DE CERDAS REPRODUCTORAS DE CAPA BLANCA

Sanz-Fernández^{1*}, S., Díaz-Gaona¹, C., Simões², J., Casas-Rosal³, J.C., Alòs⁴, N., Tusell⁴, L., Quintanilla⁴, R. y Rodríguez-Estévez¹, V.

¹Grupo AGR-287, Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba;

²Department of Veterinary Science. University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal;

³Departamento de Matemáticas, Universidad de Córdoba; ⁴Animal Breeding and Genetics Program, IRTA, Torre Marimon

*v22safes@uco.es

INTRODUCCIÓN

La gestión de la estructura censal (EC) es fundamental para garantizar la eficiencia y estabilidad de la producción en granjas de cerdas reproductoras. Con un promedio de 2,4 partos por cerda y año, una cerda primeriza alcanza su quinto parto en aproximadamente dos años, lo que implica que la EC de un año pueda sufrir cambios significativos en el plazo de dos o tres años. El objetivo de este estudio es analizar la evolución de la productividad en tres años según distintos tipos de EC.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los datos productivos y la distribución del censo del período 2020-2022 de 427 granjas de cerdas reproductoras de capa blanca, incluidas en la base de datos BDPorc. Las granjas se clasificaron en tres grupos, según el valor del coeficiente "a" de la función cuadrática $[f(x)=ax^2+bx+c]$ obtenida al representar la EC de cada granja. Este coeficiente determina la orientación, curvatura y sentido de la parábola obtenida de la función cuadrática (Elis y Grinstead, 2008). Además, se realizó un análisis longitudinal para evaluar los cambios en la EC y la productividad a lo largo del tiempo, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) junto a pruebas post hoc para analizar las diferencias entre los tipos de EC y sus resultados productivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres grupos de EC obtenidos fueron: EC1, con tendencia cóncava descendente y mayor porcentaje de cerdas en partos intermedios (3º a 5º), similar a la descrita por De Andrés *et al.* (2018); EC2, con tendencia lineal y disminución progresiva de cerdas desde el 1º hasta el 8º parto, coincidiendo con la estructura censal ideal definida por Carroll (1999); y EC3, con tendencia cóncava ascendente y mayor proporción de cerdas en partos avanzados (6º a 8º). Las granjas EC1 en 2020 mostraron mayor productividad anual que EC2 y EC3, alcanzando los 31.4 y 30.9 lechones destetados por cerda y año en 2021 y 2022, respectivamente ($p<0,01$). Además, presentaron una mayor tasa de partos, mayor prolificidad y un menor intervalo destete cubrición fértil, superando a las granjas EC2 y EC3 en los años de estudio ($p<0,05$). Estos resultados confirman que una estructura censal equilibrada como EC1 optimiza la eficiencia productiva, no solo en el año en curso (Sanz-Fernández *et al.*, 2024), sino también a medio plazo. Aunque EC1 no fue la estructura más estable, esta puede mantenerse en el tiempo con adecuadas tasas de eliminación y reposición, sustituyendo las cerdas en función de su rendimiento. En contraste, la EC2 fue la más estable, pero con una productividad intermedia, mientras que EC3 mostró la menor estabilidad y peor rendimiento.

CONCLUSIÓN

La clasificación de granjas según su estructura censal permite comprender mejor cómo la distribución de cerdas en cada parto influye en la estabilidad de la producción de granjas de cerdas reproductoras a lo largo del tiempo. Se recomienda la EC1, con tendencia cóncava descendente y mayor porcentaje de cerdas en partos intermedios (3º a 5º), como la estructura óptima para maximizar la productividad a corto y medio plazo (3 años), pero para asegurar su estabilidad requiere de estrategias adecuadas de eliminación y reposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carroll, C. 1999. Sow Culling y Parity Profiles. Proc. Teagasc Pig Farmers Conf. 4: 35-4.
- De Andrés, M.A. *et al.* 2017. La estructura censal ideal ya no es un triángulo. 3tres3.
- Ellis AB, Grinstead P. 2008. Hidden lessons: How a focus on slope-like properties of quadratic functions encouraged unexpected generalizations. The Journal of Mathematical Behavior. 27:277-96.
- Sanz-Fernández, S. *et al.* 2024. The impact of herd structure on the performance of commercial sow-breeding farms. Porc. Health Manag. 10: 56.

RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO-AMBIENTAL DE EXPLOTACIONES GANADERAS EXTENSIVAS

Horrillo^{1*}, A., Gaspar¹, P., Rodríguez-Ledesma¹, A., Moreno², G. y Escribano¹, M.

¹Facultad de Veterinaria; ²Centro Universitario de Plasencia (Universidad de Extremadura)

*andreshg@unex.es

INTRODUCCIÓN

La ganadería extensiva se caracteriza por el aprovechamiento de los recursos naturales mediante pastoreo, con un uso reducido de insumos externos y el empleo de razas de ganado adaptadas al territorio, con objetivo de producir alimentos y productos sostenibles, sanos y de calidad (Ruiz *et al.*, 2017). Sin embargo, la ganadería extensiva no es una actividad formalmente reconocida ni caracterizada, lo que hace que sea muy difícil distinguirla de otro tipo de producciones ganaderas menos vinculadas al territorio, y que no están ligadas a la generación de bienes públicos (Urivelarrea y Linares, 2020). Por esta razón, el objetivo del trabajo es realizar una caracterización de las explotaciones ganadera extensivas mediante indicadores técnicos, económicos y ambientales que permitan evaluar los diferentes modelos de producción en las explotaciones ganaderas extensivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó el seguimiento de 52 explotaciones ganaderas de dehesa durante los años 2021 y 2022. A partir de la información obtenida, se elaboraron diferentes indicadores estructurales, económicos y ambientales. Para elaborar los técnico-económicos, se utilizaron metodologías del sistema de cuentas económicas integrales (European Communities, 2002) y para los ambientales, se empleó el análisis del ciclo de vida para el cálculo de huella de carbono siguiendo las directrices del IPCC (IPCC, 2019), normas ISO (14040:2006; 14044:2006) y los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (MAPA, 2024). Para la clasificación de explotaciones, se realizó un análisis estadístico multivariante en dos etapas, combinando el análisis de componentes principales (ACP) con una clasificación a través de un análisis clúster jerárquico utilizando como entrada los factores generados en el ACP. Una vez creados los grupos, se realizaron pruebas paramétricas para evaluar las diferencias significativas entre grupos de explotaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ACP se extrajeron tres componentes principales que explican el 67,63% de la varianza acumulada. Los componentes se definieron como “intensificación y emisiones”, “tenencia de la tierra y trabajo” y “No dependencia de insumos”. El clúster clasificó las explotaciones en 4 grupos: El primer grupo lo componen las explotaciones (17) más extensas, en propiedad y trabajadores contratados fijos. El segundo (13), son explotaciones en arrendamiento, trabajadores autónomos y dependencia a subvenciones PAC. El tercer grupo (10), son las explotaciones más intensificadas (UGM/ha), con más emisiones totales y mayor porcentaje de estas por fermentación entérica. Por último, el cuarto grupo (12) son las explotaciones menos intensificadas, con menos emisiones totales y menor dependencia a subvenciones PAC.

CONCLUSIÓN

El análisis permitió identificar cuatro tipos de explotaciones ganaderas extensivas, diferenciados por su grado de intensificación, tenencia de la tierra y dependencia a insumos externos. Las explotaciones más extensivas presentaron menores emisiones y una mayor autosuficiencia. Por el contrario, las más intensivas mostraron mayores niveles de emisiones y dependencia de insumos externos. Esta tipificación es un paso clave para la caracterización formal del sector, facilitando elementos que diferencien e identifiquen las explotaciones extensivas y reduzcan el impacto ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Ruiz, J., Herrera, P.M., Barba, R. y Busqué, J. 2017. MAPAMA: 1-115. • Urivelarrea, P. y Linares, L. 2020. WWF España: 1-58. • European Communities, 2000. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg • IPCC. 2019. IPCC, Switzerland. • MITECO. 2024. Madrid (España).

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo y la financiación proporcionada por la Junta de Extremadura y los Fondos FEDER dentro del VI Plan Regional de I+D+i (2017-2020) a través del Proyecto de Investigación MitigaDehex (Referencia de proyecto IB20070).

PROPUESTA DE UNA LÍNEA BASE PARA LA CERTIFICACIÓN DE ABSORCIONES Y/O REDUCCIONES DE EMISIONES DE CARBONO EN UNA EXPLOTACIÓN GANADERA EN LA DEHESA

Horriillo¹, A., Escribano¹, M. y Moreno², G.

¹Facultad de Veterinaria; ²Centro Universitario de Plasencia (Universidad de Extremadura)

*andreshg@unex.es

INTRODUCCIÓN

Los inventarios de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el secuestro de carbono es esencial para lograr la mitigación del cambio climático en sector agrario. Tal y como recoge el Reglamento (UE) 2024/3012, por el que se establece un marco de certificación de la Unión para las absorciones permanentes de carbono, la carbonocultura y el almacenamiento de carbono en productos, "los operadores deben cuantificar la cantidad de absorciones de carbono o reducciones de emisiones del suelo adicionales que ha generado una actividad en comparación con una línea base". Por lo tanto, la primera etapa y objetivo de este trabajo es establecer una "línea base" que permita proporcionar una visión general de las tendencias en el tiempo de una explotación ganadera en cuanto a las absorciones de carbono y las emisiones generadas. Esta línea base es esencial para el desarrollo de un marco de certificación que permita demostrar la "adicionalidad", es decir, la capacidad de implantar nuevas prácticas para la reducción de emisiones de carbono o el secuestro de carbono.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el trabajo se analiza durante un periodo de 4 años consecutivos una explotación ganadera tipo de dehesa. Para el cálculo, se siguió lo establecido en el *Reglamento de la Unión*, usando metodologías de nivel 3 y de conformidad con las directrices del IPCC 2006 y ulterior (IPCC, 2019) y normas ISO (14040:2006a; 14044:2006b), para las emisiones GEI y, para el secuestro de carbono, se utilizaron metodologías contrastadas del IPCC (2006), el método propuesto por Petersen *et al.* (2013) adaptado a las características de los sistemas extensivos y la monitorización de red de estaciones de campo (sensores de flujo continuo o toma de muestras cada 5 años).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran unas emisiones medias de 21,81 kg CO₂ eq/kg de peso vivo y un secuestro de carbono medio de 16,57 kg CO₂ eq/kg de p.v. para el periodo 2020-2023. Para certificar una mejora de esta "línea base" se deberán implementar prácticas que demuestren esta adicionalidad. La agricultura regenerativa incluye prácticas que promueve la reducción de emisiones y el secuestro de carbono. Por ejemplo, la mejora de pastos ricos en leguminosas, la aplicación de compost, el Keyline, el astillado de restos de poda, la aplicación de Biochar y el pastoreo rotacional dirigido pueden aumentar las absorciones de carbono en suelo. Otras medidas como la mejora de la tasa fertilidad, la agroforestería, disminuir alimentación exterior, la eficiencia en el consumo de energía fósil y los bancos forrajeros leñosos, o el ramoneo pueden reducir la emisión de GEI a la atmosfera.

CONCLUSIÓN

Esta "línea base" servirá para validar la adicionalidad, es decir, la capacidad de implantar nuevas prácticas que generen reducción de emisiones o una mayor fijación de carbono, en comparación con el escenario de referencia. No obstante, se necesario implementar una red de medición de carbono en suelo que permita validar las tasas estimadas de secuestro de carbono. Una vez comprobada la adicionalidad, el siguiente paso es certificar el carbono capturado y transformarlo en créditos de carbono, que podrán ser comercializados en el mercado voluntario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• PCC, 2019. Published: IPCC, Switzerland. • IPCC, 2006. IPCC. IGES, Japan. • ISO, 2006a. International Standard 14040:2006, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Geneva, Switzerland. • ISO, 2006b. International Standard 14044:2006, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Geneva, Switzerland. • Petersen, B.M., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Halberg, N., 2013. J Clean Prod 52.

Agradecimientos: Este trabajo se enmarca en el proyecto SOS Prodehesa Montado del programa Interreg VA España-Portugal (POCTEP), titulado "Modelos de sostenibilidad integral y resiliencia de la dehesa-montado frente a las amenazas climáticas".

PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS GANADEROS ECOLÓGICOS MULTI-ESPECIES

Muñoz-Ulecia^{1*}, E., Grillot², M., Benoit², M. y Martin¹, G.

¹AGIR, Université de Toulouse, INRAE, Castanet-Tolosan, France; ²INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122, Saint-Genès-Champagnelle, France

*enrique.munoz-ulecia@inrae.fr

INTRODUCCIÓN

La simplificación y especialización de la agricultura se identifica como causa principal del impacto negativo de la agricultura en los ciclos biogeoquímicos, la biodiversidad y el cambio climático (Rockström *et al.*, 2020; Willett *et al.*, 2019). Promover la diversidad en sistemas agrarios (integrar múltiples especies vegetales y animales) busca reducir el uso de insumos y los impactos ambientales aumentando la circulación de recursos (Rasmussen *et al.*, 2024). Sin embargo, escasos estudios han analizado la productividad agraria y económica en sistemas ganaderos ecológicos con múltiples especies. En este estudio analizamos: (i) la productividad agraria y económica en 96 explotaciones ecológicas con múltiples especies; (ii) qué combinaciones de ganado son más productivas; y, (iii) comparamos los resultados con estudios previos de sistemas ganaderos ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogió información mediante encuestas de 96 explotaciones ganaderas en Austria (14), Bélgica (12), Francia (29), Alemania (21), Italia (7) y Suecia (13). Se calcularon dos indicadores de productividad a nivel de explotación: productividad agraria, calculada como el contenido proteico de los productos (leche, carne, huevos, cultivos, etc.); y (ii) la productividad económica, calculada como los ingresos (en €) por la venta de los productos. Ambos indicadores se calcularon por unidades funcionales de ganado (UGM), tierra (ha) y trabajo (UTA). Posteriormente comparamos la productividad entre explotaciones con diferentes combinaciones de especies. Por último, calculamos la productividad de cada especie dentro de cada explotación para compararla con otros estudios centrados en ganaderías ecológicas con una sola especie ganadera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observamos correlación entre los indicadores de productividad agraria entre sí, al igual que entre los indicadores de productividad económica, pero hubo limitada correlación entre productividad agraria y económica. De media, la productividad agraria fue de 128,7 kg de proteína/UGM, 139,2 kg de proteína/ha y 4255 kg de proteína/UTA. Y la productividad económica media fue de 2411 €/UGM, 2756 €/ha y 62.906 €/UTA. Sin embargo, hubo grandes diferencias entre países y combinaciones de especies. En general, Austria, Alemania y Bélgica presentan valores por encima de la media, mientras que Francia, Italia y Suecia por debajo. Las explotaciones que combinaron especies de vacuno y pollo mostraron valores de productividad agraria por UGM y superficie significativamente superior (p -valor $<0,05$), seguidas de explotaciones combinando vacuno y porcino. La combinación de vacuno y ovino resultó la menos productiva. Las diferencias siguieron siendo significativas, pero atenuadas, en términos de productividad económica. La productividad agraria de cada especie de forma individual resultó en valores de kg de proteína/UGM similares a la literatura en explotaciones ecológicas con una sola especie; con la excepción del vacuno de leche y el caprino, con valores inferiores a la literatura.

CONCLUSIÓN

Las explotaciones ganaderas ecológicas con múltiples especies presentan valores de productividad agraria similares a explotaciones con una sola especie, salvo en vacuno de leche y caprino. Sin embargo, observamos *trade-offs* entre la productividad agraria y la económica. La combinación de especies fue importante para entender la productividad, así como las estrategias de comercialización. La gran variabilidad entre países y combinaciones de especies sugiere matizar la diversificación como una estrategia universal y profundizar en el análisis de qué factores influyen en la productividad en sistemas ganaderos multi-especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Rasmussen *et al.* 2024. Science 684 : 87-93 • Rockstrom *et al.* 2020. Nature Food 1 : 3-5. • Willett *et al.* 2019. The Lancet 393: 447-492.

Agradecimientos: EU Horizon 2020 Programme for Research and Innovation no. 862357.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS DE MANEJO SOBRE LA HUELLA DE CARBONO EN REBAÑOS DE OVINO

Ruiz^{1*}, R., Bodas², R., Riaguas³, L., Throude⁴, S. y Del Hierro¹, O.

¹Neiker, Campus agroalimentario de Arkaute, N-104, km.355-01192 Arkaute;

²ITACYL; ³OVIARAGON; ⁴IDELE

*rruiz@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

El proyecto LIFE GREEN SHEEP pretende contribuir a reducir la huella de carbono de la carne y leche de ovino en un 12% en 10 años (Lanzoni *et al.* 2023), tratando de garantizar la sostenibilidad de las ganaderías. Para ello, se está trabajando en un marco común europeo para la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el análisis de la sostenibilidad a partir de herramientas existentes (CAP2'ER en Francia, SheePLCA en Irlanda, y ArdiCarbon en España), así como en su transferencia al personal técnico para asesorar a las ganaderías. ArdiCarbon (del Hierro *et al.*, 2022) es una herramienta multicriterio para evaluar la emisión de GEI en el sector ovino basada en las Directrices del IPCC de 2006 y de 2019 para los inventarios de GEI, así como en las bases zootécnicas del MITECO. En este trabajo se presenta como casos de estudio el trabajo realizado en 3 rebaños interesados en implantar nuevas prácticas de manejo: plan de carbono (PC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los casos de estudio incluyeron i) Rebaño de ovino lechero de raza Latxa (LT), para evaluar el uso de tortas de oleaginosas como alternativa a la soja como fuente de proteína, un aditivo antimetanogénico, y la implantación del pastoreo rotacional regenerativo (PRR); ii) rebaño de ovino lechero de raza Assaf (AS), interesado en la instalación de paneles fotovoltaicos para avanzar en la autosuficiencia energética, en vender los corderos con 3-4 kg de peso vivo (en lugar de 11), además de implementar el PRR; y iii) un rebaño de ovino de carne de raza Rasa aragonesa (RA) en el que se analiza el efecto de complementar el consumo a pesebre (100% inicialmente) con el pastoreo de la SAU disponible. Para evaluar el impacto de la implementación de un PC en estos 3 rebaños, se empleó la herramienta ArdiCarbon, comparando las emisiones de GEI en términos de huella de carbono, tanto antes (emisiones PRE) como después (emisiones POST) de la implementación de las medidas. El análisis ambiental se complementó con la evaluación de indicadores técnico-económicos y sociales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el rebaño LT, la herramienta ArdiCarbon estimó una huella de carbono inicial de 3,04 kg CO_{2e} por kilogramo de leche corregida por contenido de grasa y proteína (kg FPCM), así como una huella de carbono neta de 2,71 kg CO_{2e} kg FPCM⁻¹, después de estimar el secuestro de carbono. Tras la implantación del PC, la huella bruta se redujo a 2,59 kg CO_{2e} kg FPCM⁻¹, mientras que la huella neta disminuyó hasta los 2,21 kg CO_{2e} kg FPCM⁻¹, lo que representa reducciones del 16,2% y 18,8%, respectivamente, en línea con los objetivos fijados en el marco del proyecto LGS. En el caso del rebaño AS, la herramienta mostró una reducción de la huella de carbono bruta del 12,87%, pasando de un valor inicial de 3,34 kg a un 2,91 kg CO_{2e} kg FPCM⁻¹ tras la implementación del PC. En términos de huella neta, después de considerar el secuestro de carbono, la reducción fue del 11,84%. Finalmente, en el rebaño RA, ArdiCarbon estimó que el PC supondría una disminución de la huella de carbono bruta del 17,3% (de 25,75 a 21,34 kg CO₂/kg peso vivo) tras la implementación del pastoreo orientado a reducir el consumo de concentrados en la explotación.

CONCLUSIÓN

ArdiCarbon permitió evaluar el impacto previsto sobre la huella de carbono (bruta y neta) como resultado de cambios en el manejo de las ganaderías de ovino tanto de leche como de carne, así como la alineación de las previsiones con los objetivos fijados en el marco del proyecto LIFE GREEN SHEEP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Batalla, I. *et al.* 2015. J. of Cleaner Prod 104: 121-129 • del Hierro, O. *et al.* 2022. 13th Int. Conf. on Life Cycle Assessment of food. • Lanzoni, L. *et al.* 2023. J. of Dairy Sci 106(Suppl. 1): 42.

Agradecimientos: A la UE (LIFE19 CCM/FR/001245) y Gobierno Vasco por la financiación, y a los técnicos y ganaderos que han participado en la recogida de datos.

EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO Y CIRCULARIDAD ALIMENTARIA ¿DEBEMOS EVALUAR EL ANIMAL O EL SISTEMA?

Álvarez-Rodríguez^{1*}, J., Ryschawy², J., Grillot², M. y Martin², G.

¹Universidad de Zaragoza; ²AGIR-Universidad de Toulouse-INRAE

*javier.alvarezr@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La intensificación agraria conlleva una importación de insumos que, si no son contrarrestados por suficientes resultados en productos agrícolas y ganaderos, pueden provocar un exceso de nutrientes sobre el territorio. El objetivo de este estudio fue explorar, en una zona semiárida española, el potencial de la circularidad alimentaria para mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno (NUE; N salidas/N entradas x 100) en la producción de cerdos magros con diferente nivel de proteína bruta (PB) en la dieta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó una granja típica de porcino de cebo con 3.800 plazas y dos ciclos al año, en una comarca agraria del sur de la provincia de Huesca (929 km², 180 m de media sobre el nivel del mar, 56% seco, 358 mm precipitación anual y 16 °C de temperatura media anual), que mantiene un acuerdo para aplicar purín sobre 158,1 hectáreas (ha) de tierra agrícola. Se plantearon tres escenarios: (1) importación de ingredientes para los piensos o máxima circularidad alimentaria con dos niveles de PB para las fases de 15-60 kg y 60-120 kg de peso vivo (PV): (2) alta PB (16,6% y 16,1%) y (3) baja PB (14,5% y 13,6%). Los piensos se formularon mediante programación lineal considerando las restricciones de nutrientes y el equilibrio de proteína ideal (1,04% y 0,90% de lisina en cada fase) a partir de la mezcla de ingredientes nobles posibles en la zona durante la primera y segunda mitad del año (cultivos de verano e invierno, respectivamente), y con un subproducto de cereal (salvado de arroz). Se estimó la excreción de nitrógeno (N) por los animales según el consumo de pienso y la retención de N en el PV. Así mismo, se calculó la tierra necesaria y el mosaico de cultivos para ambos escenarios circulares, según los rendimientos históricos de cosecha en secano y regadío y las superficies de barbecho. Paralelamente, se analizó la capacidad de carga de un rebaño ovino para aprovechar los residuos de cosecha derivados de la alimentación de los cerdos. Se evaluó la NUE, con el N de insumos: N de los cerdos (15 kg de PV), N en los aminoácidos sintéticos para los piensos, el N fertilizante inorgánico para cubrir las necesidades de los cultivos no cubiertas por el N orgánico de las deyecciones y el N fijado biológicamente por las leguminosas. El N de las salidas fue: N de los cerdos (120 kg de PV) y los corderos (12 kg de PV) y el arroz para consumo humano (80% del rendimiento del grano).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El N excretado por los cerdos se redujo un 21,4% con la dieta de baja PB, lo que maximizó la NUE a nivel de animal (34% vs. 40%). A su vez, la tierra necesaria para aplicar una dosis estándar de purín de la dieta de baja PB (170 kg N/ha) en cereales, colza y girasol se redujo hasta 124,3 ha. El N excretado por los cerdos permitiría cubrir el 40% y el 37% de las necesidades de fertilización de los cultivos necesarios para la alimentación de los animales con alta PB y baja PB, respectivamente. La circularidad alimentaria de una granja típica en estas condiciones agroclimáticas requeriría 717 ha (33% de leguminosas) para una dieta con alta PB y 648 ha (23% de leguminosas) para una dieta con baja PB, lo que representaría una capacidad de entre 5 y 6 plazas de cerdos de cebo/ha de tierra agrícola (10 a 12 cerdos/año). Por otro lado, la base territorial para producir ambas dietas podría alimentar, al menos, a 1,2 ovejas/ha, lo que aumentaría la productividad de la tierra (proteína vendida/ha). En el escenario de importación de ingredientes para los piensos, las entradas de N fueron aproximadamente cuatro veces más altas que las salidas (exceso de 236,1 kg N/ha y año), lo que redujo la NUE hasta un 19%-43%, en función de si se considera o no el N emitido durante la fase de cultivo en los países desde donde se importan los ingredientes de los piensos. Las dietas con alta PB y baja PB tuvieron un exceso de 46,1 kg N y 54,3 kg N/ha y año, lo que se tradujo en una NUE de 54% y 51%, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La circularidad en alimentación porcina, independientemente del nivel de PB, mejora la eficiencia de uso del N en el territorio. Las dietas con baja PB reducen la necesidad de tierra para alimentación circular, mientras las dietas con alta PB permiten reducir la dependencia del N inorgánico para la fertilización de cultivos y maximizan la integración de leguminosas con fijación biológica de N.

Agradecimientos: Estudio realizado gracias a las ayudas de movilidad del Ministerio de Universidades para personal docente investigador sénior en centros extranjeros (2022, PRX21/00146).

PASTOREO Y CUBIERTAS VEGETALES EN ALMENDRO DE SECANO: EFECTOS SOBRE EL SUELO, CALIDAD Y BIODIVERSIDAD VEGETAL

Lobón¹, S., Isla², R., Cirujeda¹, A., Pardo¹, G., Mirás³, J.M., Calvo^{1,4}, J.H. y Joy^{1*}, M.

¹CITA-IA2 (CITA-UZ), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza; ²EEAD-CSIC. Avda. Montañana 1005, 50059, Zaragoza; ³CSIC-Misión Biológica de Galicia. Avda. de Vigo s/n, Campus Sur, 15705, Santiago de Compostela; ⁴Araid 50018, Zaragoza
*mjoy@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

El sector ovino en Aragón se enfrenta a un fuerte declive debido a la pérdida de rentabilidad, el abandono rural y la falta de relevo generacional. En contraste, la producción de almendra en la región está en auge, pero su sistema de producción intensivo conlleva problemas de erosión y degradación de suelo. Ambos sectores son fundamentales para el tejido socioeconómico de las zonas rurales como es la provincia de Teruel. Por ello es esencial implementar estrategias que promuevan la sostenibilidad, resiliencia y que se asocien ambos sistemas productivos, buscando sinergias. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la integración de pastoreo o vegetación arvense sobre la calidad del suelo y del forraje, y la diversidad vegetal en plantaciones de almendro en secano

MATERIAL Y MÉTODOS

Se compararon tres sistemas de manejo del suelo/cubiertas vegetales en almendros de secano ya implantados (>10 años) en la comarca del Matarraña (Teruel): a) sistema convencional (laboreo), b) pastoreo (cubierta de veza-raigrás con pastoreo de ovino) y c) ecológico (cubierta espontánea manejada con pica-dora). Se tomaron muestras de suelo para realizar la caracterización físico-química, así como la diversidad microbiana del suelo mediante la secuenciación del metagenoma. Se realizó un seguimiento anual de la producción, calidad (composición química) y descripción de las plantas arvenses de cada sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las parcelas en convencional y ecológico presentaron niveles medio-altos de fósforo, mientras que en el sistema de pastoreo el contenido en fósforo fue muy elevado, probablemente asociado a una sobre fertilización. Los suelos en el sistema de pastoreo mostraron el mayor contenido de carbono orgánico y nitrógeno total, lo que sugiere una mejor calidad del suelo. Se observó una menor biomasa microbiana y tasa de respiración del suelo en el sistema de convencional, comparado con los sistemas en ecológico y con pastoreo. Respecto a los análisis metagenómicos cabe destacar una menor diversidad en el sistema convencional, además los análisis PERMANOVA (diversidad beta) mostraron diferencias significativas entre los sistemas de manejo a nivel de género.

La producción de forraje de las cubiertas fue muy variable en todos los sistemas, especialmente en el convencional ya que, debido al laboreo, la vegetación espontánea era mínima y muy irregular. Respecto a la calidad del forraje, en todos los sistemas en general fue buena, con un promedio de proteína bruta de 15,7%, siendo mayor en la de pastoreo (19% previo al pastoreo) y menor en el ecológico (8%), aunque en todos los casos permitía alimentar al ganado ovino en mantenimiento. Respecto a las cubiertas vegetales se observó una menor cobertura y riqueza de especies en el sistema convencional. Se encontraron especies asociadas únicamente a cada manejo, aunque también coincidentes. También se encontraron numerosas especies arvenses potencialmente atractivas para insectos polinizadores y/o potencialmente beneficiosos, lo que puede favorecer la biodiversidad natural en agroecosistemas.

CONCLUSIÓN

El sistema de pastoreo presentó el mayor contenido de carbono orgánico y nitrógeno total, lo que indica una mejor calidad del suelo. También se observó una mayor diversidad vegetal en el pastoreo y cubierta ecológicas, favoreciendo, potencialmente, la presencia de los polinizadores y otros insectos beneficiosos. Estos resultados subrayan la importancia de integrar prácticas sostenibles que favorezcan tanto la producción de almendra como la ganadería ovina.

Agradecimientos: Gracias a los agricultores participantes. Actuación subvencionada por el Gobierno de España y el Gobierno de Aragón con cargo al Fondo de Inversiones de Teruel.

Removed article

This article was not presented at the Congress

Artículo eliminado

Este artículo no fue presentado en las Jornadas

CONSIDERACIONES PARA AUMENTAR LA RESILIENCIA DE LOS SISTEMAS GANADEROS DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ESPAÑA A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE PERCEPCIONES

Lizarralde¹*, J., Yanore², L., Soriano³, B., Gaspar-García⁴, P., Prat-Benhamou⁵, A., Ruiz¹, R., Mancilla-Leytón⁶, J., Morales-Jerrett⁶, E., Bernués⁵, A., Martín-Collado⁵, D., Mandaluniz¹, N. y Ripoll-Bosch², R.

¹NEIKER, Vitoria-Gasteiz; ²Wageningen University, Wageningen; ³CEIGRAM, Madrid;

⁴Universidad de Extremadura, Badajoz; ⁵CITA, Zaragoza, ⁶Universidad de Sevilla, Sevilla
*jlizarralde@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Al igual que en el resto de Europa, los sistemas de pequeños rumiantes con razas autóctonas se enfrentan en España a un futuro incierto. Como resultado de ello, se observa un declive en su censo y número de explotaciones. En este contexto, se propone el análisis de la resiliencia como herramienta para entender de qué manera estos sistemas afrontan los retos a los que se enfrentan. Este análisis se puede abordar de diversas formas, y una de ellas es mediante el estudio de los atributos de resiliencia, que son los componentes que capacitan a un sistema a ser resiliente (Meuwissen *et al.*, 2019). En esta línea, el objetivo principal de este trabajo es analizar cuan resilientes se perciben los ganaderos frente a siete retos específicos y cómo los atributos de resiliencia modulan esta percepción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 144 encuestas a ganaderías de pequeños rumiantes de tres casos de estudio de España: caprino lechero (CL), ovino lechero (OL) y ovino de carne (OC). En la encuesta se les preguntó por su percepción de resiliencia en una escala de Likert (1-7) frente a 7 retos: incremento de temperatura, incremento de fauna silvestre, cambios en la PAC, falta de mano de obra, cambio en la percepción de los consumidores, Covid-19 y guerra de Ucrania. En la misma encuesta se recopiló información sobre distintas características de las ganaderías. Los datos de percepción se analizaron mediante un test no paramétrico, mientras que las características de las ganaderías se utilizaron para desarrollar un índice con 21 atributos de resiliencia. Finalmente, se llevaron a cabo regresiones ordinales logísticas, una por cada reto, para analizar la relación entre los atributos de las ganaderías y la percepción de las personas a cada uno de los retos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados, se observaron diferencias en la percepción de la resiliencia en cada caso de estudio ante los retos planteados. Así, las ganaderías del sistema CL percibieron una mayor resiliencia ante los retos ambientales (incremento de temperatura y de fauna silvestre) y las de OL ante la falta de mano de obra y el Covid-19. En el caso del sistema OC la percepción de su resiliencia fue significativamente más baja frente a los retos de cambios de la PAC y la percepción de las personas consumidores. En cuanto a los atributos de resiliencia, algunos atributos como tener un entorno natural sostenible y la variedad de productos y servicios ecosistémicos, incrementaron la percepción de resiliencia de los ganaderos ante varios retos. Por contra, la falta de aislamiento sanitario y de infraestructuras redujeron esta percepción ante varios retos. Finalmente, las adecuadas condiciones laborales y de vida aumentaron la percepción frente al reto de la falta de mano de obra, mientras que la experiencia de los ganaderos por haber estado expuestos a perturbaciones aumentó la percepción frente al Covid-19.

CONCLUSIÓN

Cada sistema ganadero analizado percibió de forma diferente su capacidad de resiliencia frente a los retos estudiados y los atributos de resiliencia influyeron de forma diferente en la resiliencia percibida. Estos resultados subrayan la importancia de comprender las especificidades de cada sistema ganadero para poder identificar las áreas que requieren mayor atención para fortalecer su resiliencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Meuwissen, M.P. *et al.* 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems* 176: 102656.

Agradecimientos: Trabajo cofinanciado por una beca del Gobierno de España (PRE2020-095654), el Gobierno Vasco y el proyecto RUMIRES (PID2020-120312RA-I00 financiada por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033). Los autores agradecen a los ganaderos participantes en las encuestas.

INTEGRANDO LA RESILIENCIA EN LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL DE GANADERÍA. UN ESTUDIO DE CASO EN EL CAPRINO LECHERO, AMALTEUS

Mena^{1*}, Y., Morales-Jerrett¹, E., Mancilla-Leytón¹, J.M., Prat-Benhamou², A. y Martín-Collado, D².

¹ETSI, Carretera de Utrera Km1. 41013 Sevilla; ²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) e Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón (IA2)

*yomena@us.es

INTRODUCCIÓN

La resiliencia, entendida como la habilidad que permite a las explotaciones y los sistemas ganaderos continuar su actividad frente a las crecientes crisis y tendencias que les afectan, se fundamenta en cinco principios (reservas, diversidad, conectividad, interacción y modularidad), según la Resilience Alliance (2010). Con la finalidad de acercar estos conceptos a la realidad del sector ganadero, dentro del proyecto RUMIRES se ha hecho una propuesta metodológica con el objetivo de medir y mejorar la resiliencia de las ganaderías de pequeños rumiantes en España. Se ha diseñado una batería de indicadores para medir la resiliencia a nivel de ganadería y se ha avanzado en el acercamiento de dichos indicadores a las personas técnicas y ganaderas, con el objetivo de que puedan ser utilizados como apoyo a la toma de decisiones. Es lo que se ha llamado operacionalización de la resiliencia. El objetivo de este trabajo es mostrar el resultado de dicha operacionalización.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el proyecto RUMIRES se identificaron 21 atributos de resiliencia, que dieron lugar a 85 indicadores cuantificables, los cuáles pueden ser calculados a partir de datos recogidos directamente en las ganaderías. Con la participación de personal investigador, técnico y ganaderos/as se hizo una selección de indicadores, priorizando su facilidad de cálculo, interés y aplicabilidad, y manteniendo al menos un indicador por atributo, para su incorporación como un módulo más al programa de apoyo a la gestión técnico-económica y ambiental de explotación caprina, AmalteUS, desarrollado por la Universidad de Sevilla en colaboración con Cabrandalucía (Mancilla-Leytón *et al.*, 2023), y se procedió a su validación con una muestra de ganaderías caprinas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de este trabajo se ha incorporado al programa AmalteUS un apartado de resiliencia. Esto ha implicado: (i) el diseño de un cuestionario que se pasará al ganadero/a cuando éste se de de alta en el programa, (ii) la conexión de este nuevo apartado con algunos indicadores técnicos y económicos que ya se calculaban en AmalteUS y que son relevantes para analizar la resiliencia de la ganadería, (iii) el diseño de un informe de salida anual para el técnico/a, en el que se recogerá el resultado de 59 indicadores de resiliencia, 21 atributos y 5 principios y (iv) el diseño de un informe de salida anual para el ganadero/a, en el que además de los resultados obtenidos en su ganadería para los 5 principios, se incluye un comentario valorando su nivel de resiliencia y posibilidades de mejora.

CONCLUSIÓN

La incorporación de indicadores de resiliencia en un programa de apoyo a la gestión técnico-económica ha sido factible y supone un cambio de paradigma, al permitir incorporar a la toma de decisiones indicadores relacionados con la resiliencia y no únicamente basados en la productividad. El uso de esta herramienta de manera sostenida en el tiempo permitirá relacionar las actuaciones de manejo con la evolución de la resiliencia de la explotación y, con ello, contribuir a la sostenibilidad de la misma. Por otro lado, si se consigue disponer de un número representativo de ganaderías, proporcionará una información útil a nivel de asociación, cooperativa, territorial o sectorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mancilla-Leytón, J.M., Morales-Jerrett, E., Muñoz-Vallés, S., Mena, Y. 2023. Comparative Analysis of Carbon Footprint in the Andalusian Autochthonous Dairy Goat Production Systems. *Animals* 2023, 13: 2864.
- Resilience Alliance (2010). *Assessing Resilience in Social-Ecological Systems: Workbook for Practitioners*.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Proyecto PID2020-120312RA-I00 financiado por MCIU/ AEI /10.13039/501100011033). Queremos también agradecer el apoyo prestado por los ganaderos/as y técnicos/ de Cabrandalucía.

RC4GOAT: INNOVACIÓN DIGITAL PARA EL SECTOR CAPRINO ANDALUZ

Morales-Jerrett¹, E., Mena^{1*}, Y., Mancilla-Leytón¹, J.M., Pleguezuelos², J. y Fernández³, J.

¹ETSIA, Carretera de Utrera Km 1, 41013 Sevilla; ²DCOOP, Ctra. de Córdoba, 29200 Antequera, Málaga; ³Cabrandalucía, Carretera de Atarfe, 18340 Santa Fe, Granada

*yomena@us.es

INTRODUCCIÓN

En el contexto económico actual, los sectores productivos están experimentando una gran transformación gracias a las posibilidades que ofrece la tecnología para recoger y procesar datos. Pese a que el sector primario no es ajeno a esta revolución, el caprino de leche, por su propia idiosincrasia y diversidad (Morales-Jerrett *et al.*, 2022), presenta mayores problemas para su implantación. La escasa rentabilidad actual, unida a la elevada edad media de los ganaderos/as, hace que la modernización no haya llegado al grueso del sector. En este contexto, utilizando los avances que permiten recoger y procesar datos en las explotaciones lecheras caprinas, en el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en el Grupo Operativo RC4GOAT *Resilience Cloud For Goat* donde se ha diseñado e implantado una estructura que permite la toma de datos técnicos y económicos de una manera metódica mediante la creación de una plataforma en la nube de datos federados, para su posterior análisis y toma de decisiones. El objetivo es mejorar la resiliencia del sector caprino lechero andaluz mediante la digitalización de datos técnicos y económicos, proporcionando a los ganaderos/as herramientas para la toma de decisiones en tiempo real y la predicción de escenarios basados en datos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo es fruto de la colaboración entre varias entidades de referencia en el sector, que aportan su experiencia y conocimiento: DCOOP, Cabrandalucía, Universidad de Sevilla (US) y CIVICA Software. Se centra en tres pilares fundamentales: 1) Unificación de datos a través de un punto único de acceso para que los ganaderos/as puedan visualizar y subir datos sobre sus ganaderías. La plataforma utiliza Big Data, lo cual sirve de base para proporcionar recomendaciones en tiempo real y ayudará a tomar decisiones más informadas y eficientes; 2) Validación de Herramientas ya desarrolladas por las entidades participantes, como RUMIA y AmalteUS, que ofrecen índices de productividad y gestión para mejorar el manejo de las ganaderías caprinas; 3) Facilitar la gestión y la toma de decisiones a través de la digitalización, mejorando la gestión técnica y económica de las ganaderías y optimizando el uso de recursos como el agua, la energía y el alimento para los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo de las bases de datos aportadas por Cooperativas (producciones, insumos y otros), Asociaciones de criadores de razas puras (censos y datos de carácter productivo y reproductivo) y la información obtenida a través de la herramienta AmalteUS, desarrollada por la US (resto de datos necesarios), se ha creado una plataforma en la nube que contendrá, en tiempo real, indicadores técnicos y económicos de gran utilidad para la toma de decisiones. La interconexión que se genera optimiza el aporte de información y ahorrará tiempo de entrada de datos, dando como resultado salidas, visibles en un cuadro de mando que permite el análisis de cada ganadería, así como su comparación con los datos globales obtenidos u otras de su misma tipología o colectivo, asociación o cooperativa.

CONCLUSIÓN

El proyecto RC4GOAT no solo busca mejorar la productividad de las ganaderías caprinas en Andalucía, sino también asegurar un futuro sostenible para el sector mediante la digitalización, la innovación y la colaboración de actores clave. Los trabajos realizados permitirán facilitar y optimizar la introducción de datos por parte de las personas usuarias, mejorando la gestión de las ganaderías y, promoviendo la obtención de información sectorial de gran importancia para la toma de decisiones. Es por ello que esta plataforma representa un paso crucial hacia la transformación digital de uno de los sectores más tradicionales, garantizando su resiliencia frente a los desafíos del futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morales-Jerrett, E. *et al.* 2022. Small Ruminant Research 213: 106743.

Agradecimientos: Proyecto financiado por los Fondos Europeos Agrícolas de Desarrollo Rural (FEADER) y cofinanciado por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, dentro de la convocatoria de Grupos Operativos Regionales de la Asociación Europea de Innovación en Productividad y Sostenibilidad Agrícola (EIP AGRI) de 2022.

EVIDENCIAS DE LAS CAPACIDADES DE RESILIENCIA DE LAS EXPLOTACIONES DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ESPAÑA

Prat-Benhamou^{1,2*}, A., Olaizola^{2,3}, A.M., Soriano⁴, B., Bernués^{1,2}, A., Lizarralde⁵, J., Mandaluniz⁵, N., Gaspar-García⁶, P., Mena⁷, Y., Mancilla-Leytón⁷, J.M., Morales-Jerrett⁷, E. y Martín-Collado¹, D.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón; ²Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón (IA2); ³Universidad de Zaragoza; ⁴Universidad Politécnica de Madrid, Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales; ⁵Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario;

⁶Universidad de Extremadura. ⁷Universidad de Sevilla

*aprat@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La resiliencia es la habilidad de las explotaciones ganaderas para proveer sus funciones a pesar de la incertidumbre y las dificultades, a través de tres capacidades: robustez, adaptabilidad y transformabilidad. Cuantificar y evaluar la evolución de estas capacidades requiere utilizar métodos dinámicos y longitudinales que consideren los cambios que ocurren a lo largo del tiempo. Para ello, resulta especialmente útil la información recogida en la Red Contable Agraria Nacional (RECAN), que anualmente recoge datos en una muestra representativa de explotaciones en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Partiendo de los datos recogidos en la RECAN en España de los años 2014 a 2022, se seleccionaron las explotaciones de 3 casos de estudio: ovino de carne en Aragón y Navarra, ovino de leche en País Vasco y Navarra y caprino lechero en Andalucía. Se calcularon indicadores para evaluar la robustez (rango 0 al 1), adaptabilidad (rango 0 al 1) y transformabilidad (0 no existe y 1 sí existe transformación) según la metodología desarrollada por Slijper *et al.* (2022). Finalmente, se estudiaron cuáles son las características de las explotaciones que se relacionan con cada una de las capacidades en cada caso de estudio mediante los test Kruskal Wallis y Dunn's.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las explotaciones de los tres casos de estudio mostraron tener una alta robustez (media superior a 0.6); baja adaptabilidad (media 0.3) y baja transformabilidad (entorno al 14% de las explotaciones se transforman) a lo largo del periodo de estudio. Los resultados mostraron que una mayor rentabilidad está significativamente relacionada con una mayor robustez. Esto implica que, si existe más rentabilidad, las explotaciones sufren menores fluctuaciones en los ingresos a lo largo del tiempo (Slijper *et al.*, 2022). También observamos que una mayor disponibilidad de tierra (ha) contribuye a la adaptabilidad de las explotaciones (Perrin *et al.*, 2020). Puede deberse a que las explotaciones con una mayor superficie tienen más capacidad de aumentar o disminuir su aprovechamiento por el ganado. En cuanto a transformabilidad, observamos que en ovino lechero existe relación con una mayor ratio de mano de obra contratada. Esto puede relacionarse con la necesidad de contratar mano de obra cuando se transforma la explotación para producir quesos.

CONCLUSIÓN

Existen diferencias en la resiliencia de las explotaciones de pequeños rumiantes en cuanto a robustez, adaptabilidad y transformabilidad. La adaptabilidad y la transformabilidad deben mejorarse para fortalecer la resiliencia de estos sistemas. Para ello, diferentes características de las explotaciones (i.g. el acceso a la tierra y la disponibilidad de mano de obra) deben ser mejoradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Meuwissen *et al.* 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agric Syst* 176. • Perrin *et al.* 2020. Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agric Syst* 183. • Slijper *et al.* 2022. Quantifying the resilience of European farms using FADN. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 49: 121-150.

Agradecimientos: Proyecto RUMIRES (PID2020-120312RA-I00 financiada por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033).

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN GRANJAS DE BROILERS EN EUROPA: PROYECTO MEATQUALITY

Reyes-Palomo*, C., Sanz-Fernández, S., Rodríguez-Hernández, P.,
Díaz-Gaona, C. y Rodríguez-Estévez, V.

Grupo AGR-287. Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria,
Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba

*v22repac@uco.es

INTRODUCCIÓN

El proyecto H2020 mEATquality (<https://meatquality.eu/es/>) tiene entre sus objetivos el desarrollo de técnicas para evaluar la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción avícola. Para ello, junto con la evaluación de su huella de carbono (HdeC), se han desarrollado dos calculadoras de evaluación de sostenibilidad, una para granjas convencionales (CONV) y otra para extensivas y ecológicas (ECO). Estas están siendo testadas en Alemania y Polonia, con el objetivo de comparar diferentes tipos de razas y sistemas de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las calculadoras de evaluación de la sostenibilidad evalúan ocho factores comunes de la gestión ganadera: certificaciones; gestión del agua; alimentación; eficiencia energética; contribución socioeconómica al territorio; negocios asociados a la granja; manejo de las aves; gestión de residuos; y dos factores específicos para granjas ECO: carga ganadera y pastoreo; manejo de pastos, suelo y biodiversidad. Cada uno de estos factores está compuesto por diferentes indicadores que reciben una puntuación de acuerdo con su contribución a la sostenibilidad global y otras tres puntuaciones parciales, que son proporcionales a su importancia con respecto a las tres facetas de la sostenibilidad (medioambiental, social y económica), pudiendo alcanzarse una puntuación global máxima de 100 puntos (granja ideal) tanto en la sostenibilidad global como en cada faceta. En total, esta calculadora ha sido testada en 60 granjas de broilers. Así mismo, se ha calculado la HdeC de estas explotaciones con la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV), obteniendo los datos necesarios mediante entrevistas a los ganaderos. Para el ACV se han utilizado los límites del sistema "de la cuna a la puerta" de la finca ("cradle to gate"), y se han empleado valores de potencial de calentamiento global de 27 para el CH₄ y 267 para el N₂O. Los factores de emisión de maquinaria, electricidad, diésel y distintos alimentos se han obtenido de SimaPró® (Pré Consultants, 2015). Las emisiones biogénicas se han calculado en base a las Guías de Cálculo del IPCC, para el nivel de cálculo Tier 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares de la calculadora de sostenibilidad fueron unas medias de puntuación global de 78,4 sobre 100 para las granjas ECO y 82,9 sobre 100 para granjas CONV. En ambos modelos las mejores puntuaciones medias se obtuvieron en: gestión de las aves (9,0 vs. 9,7 sobre 10); y gestión del agua (9,0 vs. 9,6 sobre 10). Las HdeC medias fueron de 1,63 kg CO₂eq kg_{pv}⁻¹ en las granjas CONV y de 1,78 kg CO₂eq kg_{pv}⁻¹ en las ECO, con la alimentación como la principal fuente de emisiones en ambos sistemas. Estos resultados se encuentran entre los rangos más bajos de estudios previos sobre sistemas de producción de broilers (Martinelli *et al.*, 2020; López-Andrés *et al.*, 2018), aunque las comparaciones son complejas debido a las diferentes decisiones de cálculo de los estos estudios, y a las diferencias en los parámetros productivos, como edad de sacrificio e índice de conversión de los animales estudiados.

CONCLUSIÓN

Esta calculadora de sostenibilidad puede servir como herramientas de autocontrol y evaluación en granjas de broilers, permitiendo la comparación (benchmarking) e identificación de los puntos débiles. Esta metodología de cálculo de la sostenibilidad y el ACV tienen potencial para diferenciar productos facilitar la certificación, contribuyendo a aumentar la confianza del consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• López-Andrés, J.J. *et al.* 2018. J. Clean Prod. 174: 477-491. • Martinelli, G. *et al.* 2020. Sustain. Prod. Consump. 24: 181-193.

Agradecimientos: El proyecto mEATquality está financiado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención N.º 101000344.

FACTORES SOCIOECONÓMICOS QUE INTERVIENEN EN EL ABANDONO DE EXPLOTACIONES: UNA APROXIMACIÓN DESDE LAS RAZAS AUTÓCTONAS DE CASTILLA-LA MANCHA

Claros-Zafra^{1*}, J., Angón¹, E., Arias², R., Canterero-Aparicio², M., Luque³, M. y Perea¹, J.

¹Dpto. Producción Animal, Universidad de Córdoba, 14711, Córdoba; ²Centro Regional de Selección y Reproducción Animal (IRIAF). Avenida del Vino, 10, Valdepeñas 13300;

³Real Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto, CL Castelló, 45, 28001, Madrid

*v72clzaj@uco.es

INTRODUCCIÓN

La continuidad de la cría de razas autóctonas es esencial para preservar la diversidad genética y el patrimonio ganadero. El abandono de la actividad ganadera y de la cría en pureza amenaza estos recursos, poniendo en riesgo la biodiversidad de los ecosistemas y el equilibrio rural (Ruane, 2000). Cerca del 2% de las ganaderías de rumiantes con razas autóctonas desaparecen anualmente en Castilla-La Mancha, lo que refleja la situación nacional (MAPA, 2024). El abandono de la ganadería responde a un proceso multifactorial y heterogéneo (Cocca *et al.*, 2012), que además no siempre resulta en el cese de la actividad. Este trabajo examina la relación entre la intención de abandonar a corto plazo (próximos cinco años) que declara el ganadero, y diversos factores socioeconómicos de la explotación, del ganadero y de su entorno familiar, con el fin de entender mejor los mecanismos que subyacen, y sus posibles implicaciones para el futuro de las razas autóctonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 131 encuestas presenciales en explotaciones de 24 razas de rumiantes de Castilla-La Mancha, en el marco del proyecto SMARTbreed. Las variables analizadas fueron: Del ganadero: edad, experiencia, nivel de formación y origen familiar relacionado con la ganadería. De la ganadería: tipo de empresa (familiar o no), certificación de la producción, uso de canales cortos de comercialización, cierra del ciclo productivo –al menos parcialmente–, crecimiento de la explotación, introducción de sementales y venta de animales en el último año, número de empleados, y días de descanso y vacaciones anuales. Del hogar del ganadero: tamaño del hogar, renta mensual disponible en la unidad familiar, contribución de la ganadería a los ingresos totales salud financiera familiar y existencia de relevo generacional. La asociación entre cada variable y la intención del ganadero de continuar en la actividad durante al menos cinco años (escala Likert de 7 niveles) se evaluó mediante análisis de varianza o *t* de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que variables como la finalización parcial o total de ciclo productivo, el crecimiento de la explotación durante el último año y la certificación de la producción mediante sellos de calidad (IGP, DOP, 100% raza autóctona, etc.) se asociaron significativamente con la intención de los ganaderos de continuar con la actividad. Además, variables como la edad del ganadero, la renta en la unidad familiar o la existencia de relevo generacional también fueron significativas. En cambio, ni la especie ni la orientación productiva lo fueron, indicando que se trata de una problemática estructural del sector. Estos resultados sugieren que las estrategias orientadas a reforzar la competitividad, como el acceso a mercados diferenciados y una mayor integración de canales cortos comerciales podrían mejorar la viabilidad económica de las explotaciones y, con ello, la motivación para permanecer en el sector. Además, refuerzan la necesidad de diseñar políticas agrarias integrales que también consideren factores sociales y familiares, claves para garantizar la sostenibilidad de a largo de plazo de la ganadería.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que la continuidad de la ganadería con razas autóctonas requiere fortalecer el bienestar de las familias ganaderas, garantizando su estabilidad económica, y fomentar estrategias que impulsen una mejor integración en la cadena de valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ruane, J. 2000. *Conserv. Biol.* 14(5): 1385-1393.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). ARCA-Registro de censos ganaderos. Gobierno de España. <https://servicio.mapa.gob.es/arca2/censos/>
- Cocca, G. *et al.* 2012. *Land Use Policy* 29(4): 878-886.

HETEROGENIDAD EN LAS PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES SOBRE LA INCORPORACIÓN DE ADITIVOS NATURALES A PRODUCTOS

Díaz-Caro¹, C., Mesías^{2*}, F.J., García-Torres³, S., Palomo-Manzano³, E. y Lami², O.

¹Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Extremadura Cáceres;

²Departamento de Economía, Universidad de Extremadura, Badajoz; ³Área de Calidad de Carne y productos cárnicos. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICYTEX).

Junta de Extremadura, Guadajira, Badajoz

*fjmesias@unex.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el consumo de carne de cordero es muy bajo en España y Europa, a pesar de ser una producción sostenible que garantiza el mantenimiento de la población rural. Su característico sabor unido a la percepción del consumo de carne roja desde el punto de vista saludable hace que su consumo sea muy bajo especialmente entre la población más joven. El formato hamburguesa, bien aceptado por los jóvenes, podría ser la solución a este problema, aunque se plantea un producto más saludable con la adición de ingredientes naturales de origen vegetal en la fabricación con alto contenido en antioxidantes, fibra y un perfil graso cardiosaludable. Es por ello que realizar un análisis de las preferencias y la heterogeneidad de los consumidores hacia un producto nuevo, resulta fundamental para el diseño y desarrollo de éste con garantías de éxito.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el objetivo del trabajo se ha desarrollado un experimento de elección a una muestra de 200 de consumidores españoles sobre hamburguesas. Se analizaron dos tipos de aditivos naturales: la nuez y la cereza incorporada en varios tipos de carne: de cordero, vacuno y mixta (cerdo y vacuno). Además, también se incorporan como atributos el origen, el precio y el tipo de envasado. Con el fin de obtener una valoración de la heterogeneidad de las preferencias y la disponibilidad a pagar por este tipo de aditivos naturales se estimaron las preferencias aplicando un modelo logit mixto, el cual permite obtener no solo los valores medios sino la variabilidad de las preferencias dadas por la desviación típica de los parámetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten observar cierto grado de heterogeneidad en las preferencias de los consumidores. En particular, se observa un alto grado de heterogeneidad y estadísticamente significativa en el tipo de carne, y en el aditivo nueces, mientras que la cereza no presenta resultados estadísticamente significativos. Por otro lado, se ha demostrado que los productos cárnicos enriquecidos con nutrientes, como los de nuestro trabajo de investigación, suelen atraer a los consumidores más concienciados en cuestiones de salud (Di Pasquale *et al.*, 2011). Por su parte, también se obtiene un alto grado de heterogeneidad en las preferencias en el atributo origen, el cual se encuentra en otro tipo de estudios que analizan la heterogeneidad del origen en productos agrarios (Realini *et al.*, 2014; Díaz-Caro *et al.* 2019).

CONCLUSIÓN

El análisis de las preferencias y su heterogeneidad pone de manifiesto la importancia de su análisis dado que los resultados obtenidos muestran un grado de heterogeneidad que debe tenerse en cuenta tanto a la hora del diseño de productos agroalimentarios como de la distribución y comercialización. En este sentido, este trabajo permite las diferentes estrategias que se desarrollen para productos innovadores de este tipo deben considerar la heterogeneidad de los consumidores con el fin de obtener éxito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz-Caro, C., García-Torres, S., Elghannam, A., Tejerina, D., Mesías, F.J., Ortiz, A. 2019. Meat Sci 158.
- Di Pasquale, J., Adinolfi, F., Capitanio, F. 2011. Int J. on Food Syst. Dy. 2(2): 181-193.
- Realini, C.E., Kallas, Z., Pérez-Juan, M., Gómez, I., Olleta, J.L., Beriain, M.J., Alberti, P., Sañudo, C. 2014. Food Quality and Pref 33: 74-85.

Agradecimientos: Los autores agradecen al proyecto IB18114 de la Junta de Extremadura y FEDER.

DE LO QUE LOS CONSUMIDORES DICEN PREFERIR, A LO QUE LES GUSTA SABOREAR

García-Torres^{1*}, S., Díaz-Caro³, C., Mesías², F.J., Lami², O., Palomo-Manzano¹, E.

¹Calidad de Carne y prod. cárnicos. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Badajoz;

²Dpto. de Economía, Universidad de Extremadura, Badajoz;

³Dpto. de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Extremadura Cáceres

*susana.garcia@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Existe la necesidad de adaptación de la industria alimentaria a las nuevas demandas de los consumidores y en concreto en productos de cordero debido al declive del consumo de carne de cordero en España, especialmente entre los jóvenes. Esta situación impulsa la búsqueda de estrategias innovadoras en la industria para fomentar su consumo. Se propone el desarrollo de hamburguesas de carne de cordero enriquecidas con ingredientes saludables como cerezas (ricas en antioxidantes) y nueces pecanas (fuentes de antioxidantes, ácidos grasos mono- y poliinsaturados, y fibra), con la finalidad de ofrecer un producto más atractivo y alineado con las tendencias. Este estudio se desarrolla con consumidores para conocer la aceptación de estas hamburguesas enriquecidas frente a las tradicionales, explorando así su potencial para revitalizar el mercado del cordero.

MATERIAL Y MÉTODOS

149 consumidores sin aversión por la carne de cordero fueron cuestionados acerca de atributos como tipo de carne, tipo de envasado, aditivos, origen y precio, seleccionados en base a resultados previos (Horrillo *et al.*, 2022). Se utilizó la técnica de Choice Experiment para estimar la preferencia de los consumidores por la integración de las cerezas o/y las nueces pecanas en las hamburguesas. Cada consumidor evaluó sensorialmente los tres tipos de hamburguesas de cordero: control, con cerezas y con nueces pecanas: (aspecto visual, el olor, la jugosidad, la ternura, el sabor y la valoración global) y las ordenaron según la preferencia. Los resultados se analizaron estadísticamente con el paquete estadístico SPSS versión 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento de elección (*Choice Experiment*) realizado para evaluar las preferencias teóricas de los consumidores antes de la degustación mostró que los factores más valorados fueron el origen de la carne, seguido por el tipo de carne y el ingrediente añadido (cerezas y nueces pecanas). La carne de vacuno tuvo una influencia positiva significativa ($p \leq 0,001$), mientras que la de cordero presentó una influencia negativa ($p \leq 0,001$), resultados que coinciden con los reportados por el MAPA (2003) y Horrillo *et al.* (2022). En cuanto a los ingredientes, las cerezas tuvieron un coeficiente negativo, mientras que las nueces pecanas mostraron un impacto positivo y significativo ($p \leq 0,001$). En la evaluación sensorial, los consumidores fueron capaces de identificar diferencias en el aspecto ($p \leq 0,05$), sabor ($p \leq 0,01$) y valoración global ($p \leq 0,05$). En lo que respecta al «sabor», el control fue la mejor valorada, y también diferenciaron entre las de nueces de pecanas y cerezas ($p > 0,05$). Este patrón coincide con las preferencias observadas en el experimento de elección y con estudios previos como los de López-Parra *et al.* (2024) y Martín-Mateos *et al.* (2023), donde el atributo cereza también obtuvo valoraciones negativas.

CONCLUSIÓN

Los consumidores manifestaron interés por la adición de nueces pecanas para mejorar las hamburguesas. Sin embargo, en la prueba de degustación, la hamburguesa de cordero control obtuvo mayor puntuación y preferencia. Se pone de manifiesto la necesidad de difundir información sobre estos nuevos productos entre los consumidores para fomentar el consumo de carne de cordero, y la necesidad de mejorar tecnológicamente este tipo de hamburguesas a fin de conseguir mejor aceptabilidad de estos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Horrillo, A. *et al.* 2022. *IJFS* 34(4): 11-24.
- López-Parra, M.M. 2024. *Measurement Food* 13: 100143.
- Martín-Mateos, M.J. *et al.* 2023. *Applied Sci.* 13(11): 6860.
- Martín-Mateos, M.J. *et al.* 2022. *Applied Food Research* 2(2): 100132.

Agradecimientos: Los autores agradecen al proyecto IB18114 de la Junta de Extremadura y FEDER.

PREFERENCIAS DE LOS GANADEROS PARA PARTICIPAR EN PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Varela,¹ E., Olaizola^{2*}, A.M. y Soliño³, M.

¹Instituto de Políticas y Bienes Públicos (CSIC); ²Universidad de Zaragoza-IA2;

³Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC)

*olaizola@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Para hacer frente a los efectos del abandono de las zonas rurales y el incremento del riesgo de incendios forestales, en el sur de Europa han surgido diferentes iniciativas de prevención de incendios mediante el pastoreo, cuyo principal objetivo es la reducción de la biomasa combustible (Varela *et al.*, 2020; Ascoli *et al.*, 2023). Se asume, con cierta frecuencia, que los ganaderos optan por participar en estos programas, exclusivamente, por el interés económico, sin embargo, otros factores como el interés social o el tipo de gestión que se demande también influyen en su toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es analizar las preferencias de los ganaderos para participar en programas de pagos basados en resultados (PBR) que recompensen sus servicios de reducción de biomasa en áreas de bosque y matorrales para reducir el riesgo de incendios forestales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las preferencias de los ganaderos se han evaluado mediante un experimento de elección en un entorno deliberativo. Para ello, se desarrollaron cuatro talleres, uno en Aragón y tres en Cataluña, con ganaderos de ovino, vacuno y caprino de orientación cárnica y lechera, durante septiembre y diciembre de 2021, en los que participaron un total de 43 ganaderos. Los talleres se llevaron a cabo siguiendo la metodología de talleres de deliberación propuesta por Orchard-Webb *et al.* (2016). Se consideraron cinco atributos en el experimento de elección (EE), que se referían al acompañamiento, es decir a tener asesoría u apoyo, al seguimiento, relativo al control de los resultados, a la duración del contrato, a la bonificación que se refiere a aumentar el pago cuando se alcanza un alto nivel de cumplimiento y, por último, el atributo monetario con niveles máximos de pago por ha. Cada tarjeta de elección contenía dos alternativas de programa y una opción de no participar. Cada participante respondió individualmente a ocho tarjetas de elección en la primera ronda y respondió las mismas tarjetas de elección en un orden diferente tras la deliberación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran cambios significativos en los modelos de disposición a aceptar (DAA) entre la primera ronda (previa a la deliberación) y la segunda ronda (posterior a la deliberación, respecto a los atributos. En el EE previo a la deliberación, los ganaderos están dispuestos a recibir 44 €/ha/año por participar en un programa que incluye asesoramiento al ganadero y 35 €/ha/año por optar a una bonificación adicional de 80 €/ha, si alcanzan un alto grado de cumplimiento. Después de la deliberación, el atributo de asesoramiento alcanza un valor superior, 84 €/ha/año para un programa que incluye asesoramiento al ganadero y 6,56 €/ha y año por cada año adicional de duración del contrato. Las desviaciones estándar también muestran que existe gran heterogeneidad en las preferencias de los ganaderos.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten comprender las preferencias de los ganaderos respecto a los atributos de un programa de pastoreo dirigido para la mitigación del riesgo de incendios y cómo estas cambian tras un proceso deliberativo. En la deliberación se pusieron de manifiesto visiones divergentes entre los ganaderos sobre la interacción entre la ganadería y la mitigación del riesgo de incendios forestales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascoli *et al.* 2023. Smart solutions for sustainable wildfire risk prevention: Bottom-up initiatives meet top-down policies under EU green deal. *Fire- Int. J. Disaster Risk Reduct.* 92: 103715.
- Orchard-Webb, *et al.* 2016. Deliberative Democratic Monetary Valuation to implement the Ecosystem Approach. *Ecosystem Services* 21: 308-318.
- Varela *et al.* 2020. Targeted policy proposals for managing spontaneous forest expansion in the Mediterranean. *J. Appl. Ecol.* 57(12): 2373-2380.

Agradecimientos: A la financiación del proyecto INIA, RTA2017-00036-C01-02 y a todos los ganaderos que muy amablemente participaron en los talleres.

FACTORES DETERMINANTES EN LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN BASE A PASTO EN GALICIA

Vázquez^{1*}, I., Pérez, M., Valdes, B. y García, A.I.

¹Escoala Politécnica Superior de Enxeñaría-USC (dpto. Economía Aplicada; grupo investigación ECOAGRASOC), Rúa Benigno Ledo, 2, 27002 (Lugo)

*iban.vazquez.gonzalez@usc.es

INTRODUCCIÓN

El sector productor de carne de vacuno en Galicia se caracteriza por ser un referente a nivel nacional, por estar especializado en el sacrificio de animales jóvenes (<12 meses) y por una regresión en el número de sacrificios en las dos últimas décadas (Vázquez *et al.*, 2024). Además, en la actualidad las explotaciones agrarias han de hacer frente a los siguientes retos económicos, ambientales y sociales: en el apartado económico, existe una fuerte volatilidad en los mercados en el precio de los insumos (alimentación, energía, fertilizantes,...), lo cual provoca un debilitamiento de los márgenes unitarios y una baja rentabilidad económica; en el apartado ambiental, se han puesto en marcha una serie de iniciativas políticas (Pacto Verde Europeo), que tratan de orientar el sector hacia modelos más sostenibles (Comisión Europea, 2019); en el apartado social, está habiendo un descenso en el consumo doméstico de carne de vacuno (MAPA, 2024) y un incremento de la preocupación del consumidor hacia aspectos relacionados con la calidad y el bienestar (Hughner *et al.*, 2007; Olaizola *et al.*, 2012).

En este contexto, la producción de carne en base a pasto podría ser una solución a tales desafíos. Partiendo de la hipótesis de que no hay un único modelo de producción de carne en base a pasto, el objetivo de este trabajo es analizar los modelos de rentabilidad económica existentes y determinar los factores que parecen ser determinantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado procede de los datos de gestión técnico-económica correspondientes al año 2023, de una muestra de 25 explotaciones productoras de carne en base a pasto en Galicia (10 en Lugo, 12 en A Coruña, 2 en Pontevedra y 1 en Ourense), 10 de las cuales están certificadas en ecológico.

La metodología de análisis empleada en la clasificación ha sido un doble análisis estadístico multivariante; en primer lugar, un análisis factorial de componentes principales (AFCP) seguido de un análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ). Para la determinación de los factores determinantes se han realizado en las tipologías resultantes un análisis de estadísticos descriptivos (medias), análisis de varianza, pruebas post-hoc, y/o de correspondencias múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 25 explotaciones analizadas se pueden agrupar en tres tipologías en función de su nivel de rentabilidad económica. Encontramos un grupo con 6 explotaciones de baja rentabilidad, otro con 11 explotaciones con media rentabilidad y un tercero con 8 explotaciones con alta rentabilidad económica.

En el apartado productivo no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos obtenidos en las variables analizadas; si bien las explotaciones del grupo 2, tienen mayor dimensión. En los factores de manejo, relativos a la producción de carne, la reproducción y los pastos, se observa como el grupo 3 de mayor rentabilidad, se caracteriza por una mayor ganancia diaria de peso de los terneros, mayor relevancia de la figura de calidad IGP "Terneira Gallega Suprema", fertilidad, concentración de partos en primavera y manejo más controlado del ganado en el pasto.

CONCLUSIÓN

El doble análisis multivariante utilizado (factorial y conglomerados) ha permitido agrupar a las explotaciones en 3 grupos con diferentes niveles de rentabilidad económica (alta, media y baja). La inclusión o no en un modelo de rentabilidad (mayor o menor) no está directamente influenciada por variables como tamaño (número de vacas, superficie), y si por factores relativos al manejo del ganado y de los pastos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Comisión Europea. 2019. El Pacto Verde Europeo. Bruselas, 11.12.2019. • Hughner *et al.* 2007. J. Cons. Beh. 6(2-3): 94-110. • MAPA. 2024. Series de consumo alimentario en hogares. • Olaizola, A. *et al.* 2012. ITEA 108(4): 546-562. • Vázquez, I. *et al.* 2024. X CIA. Viseu (Portugal).

DISEÑO DE UNA CALCULADORA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE DEHESA

Gaspar*, P., Rodríguez-Ledesma, A., Horrillo, A. y Escribano, M.
Universidad de Extremadura, Departamento de Producción Animal
y Ciencia de los Alimentos. 10007 Cáceres
*pgaspar@unex.es

INTRODUCCIÓN

Existen varias metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono (HC) de sistemas productivos, siendo el análisis de ciclo de vida (ACV) una de las más aceptadas y reconocidas internacionalmente. En el proyecto MitigaDehex (www.mitigadehex.es) se ha realizado un estudio pormenorizado del ACV de explotaciones ganaderas de dehesas por especie, detallando el origen de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes tanto de la ganadería como las generadas fuera del sistema y que contribuyen a la huella de carbono global adaptando la metodología del IPCC (2019) a los sistemas extensivos de Dehesas (Eldesouky. *et al.*, 2018; Escribano *et al.*, 2022). A partir de esa información se ha elaborado la Calculadora “MitigaDehex”, que permite calcular las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la actividad ganadera de una explotación, introduciendo datos productivos y prácticas de manejo mediante un ACV. Está diseñada para hacer estimaciones en explotaciones de bovino, ovino, caprino y porcino en régimen extensivo de áreas adehesadas, con el fin de ayudar a la gestión y a la toma de decisiones en el sector ganadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

La aplicación se desarrolló en formato de hoja de cálculo con MS Excel. Cada pantalla, tanto de entrada de información como de generación de resultados, se implementó en hojas independientes, pero interconectadas. Para calcular los diferentes indicadores se empleó un núcleo de ecuaciones alimentado por los datos introducidos. Además, se incorporaron botones y macros programadas en Visual Basic (VBA) para facilitar la navegación y la generación de resultados. La interfaz se estructuró en las secciones de Menú Principal, Datos de Explotación, Manejo Regenerativo y Resultados, e incluyó diversas salidas gráficas que posicionan la explotación analizada. En todo momento se buscó facilitar la introducción de datos y generar resultados de fácil interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de datos relativos a la base territorial, la base animal, la alimentación, el uso de fertilizantes, el consumo de electricidad y combustibles, y de manejo del estiércol introducidos para una nueva explotación o para la actualización de una explotación existente, la Calculadora genera un informe final que incluye diversos apartados. Presenta el resultado de la huella de carbono de la explotación ganadera, obtenido para el año de cálculo. Se desglosan los resultados por tipo de gas de efecto invernadero (GEI) y se incluyen los datos de secuestro de carbono. El informe también incluye un posicionamiento en cuanto a las emisiones de GEI, comparando la explotación analizada con el total de explotaciones de la misma especie evaluadas en el proyecto. De igual forma, se proporciona un posicionamiento respecto al secuestro de carbono, permitiendo visualizar la capacidad de captura de carbono de la explotación en relación con otras explotaciones de la misma especie. Finalmente, se presenta el posicionamiento de la huella de carbono compensada, calculada como la diferencia entre las emisiones de GEI y el secuestro de carbono. Este indicador permite contextualizar el impacto neto de la explotación en comparación con el resto de las explotaciones analizadas en el proyecto.

CONCLUSIÓN

La Calculadora MitigaDehex permite estimar la huella de carbono en explotaciones ganaderas de dehesa, facilitando la gestión sostenible mediante el Análisis de Ciclo de Vida. Los resultados, normalizados en kg CO₂ equivalente, facilitan la comparación y optimización de las emisiones de GEI y el secuestro de carbono, promoviendo una gestión sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eldesouky *et al.* 2018. J Clean Prod. 200: 28-38 • Escribano *et al.* 2022. J Clean Prod. 372: 133779 • IPCC. 2019. 2019 Published: IPCC, Switzerland.

Agradecimientos: Este trabajo se enmarca en el proyecto Mitigadehex (IB20070) financiado por la Junta de Extremadura y Fondos FEDER dentro del VI Plan Regional de I + D + i (2017-2020).

VARIABLES EXPLICATIVAS DE LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE EXPLOTACIONES DE VACAS NODRIZAS EN ESPAÑA

Álvarez-Rodríguez^{1*}, J., Villalba², D., Serrano-Pérez², B. y Sanz³, A.

¹Universidad de Zaragoza-IA2; ²Universidad de Lleida; ³CITA de Aragón-IA2

*javier.alvarezr@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El subsector de las vacas nodrizas ocupa un espacio que raramente compite con otras actividades económicas, genera valor añadido y servicios ecosistémicos sobre el territorio. Sin embargo, se requiere conocer qué parámetros de la estructura de las explotaciones determinan su sostenibilidad económica. El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre parámetros técnicos y la rentabilidad de granjas de vacas nodrizas en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los datos de las 9 granjas típicas de vacas nodrizas del MAPA (zona norte y oeste de España), tanto indicadores técnicos: vacas en el rebaño (número), peso vivo (PV) vendido (kg/vaca), producción (número de terneros/100 vacas y año), base territorial total, propia y arrendada (hectáreas, ha), unidades de trabajo al año (UTA); como económicos: precio medio del ternero vendido (€/kg PV) y beneficio según cuenta de explotación (€/100 kg PV), obtenido al descontar de los ingresos los costes efectivos (pagados en dinero) y los costes de oportunidad de la tierra y el trabajo propio y los costes no efectivos (costes de amortización y de las variaciones en el inventario de animales y de capital) en dos ejercicios económicos representativos (2013 y 2023). Se calculó la carga ganadera sobre la base territorial (vacas/ha) y el rendimiento del trabajo (número de vacas/UTA) y se clasificaron según el tipo de forraje mayoritario administrado en la granja (henos de especies forrajeras, n=5; paja de cereal grano, n=2; o silo de hierba y/o maíz, n=2), además de los pastos. Se realizó un análisis de varianza de los parámetros técnicos considerando los efectos fijos del año y el tipo de forraje, y una regresión lineal paso a paso para evaluar la capacidad de predicción del beneficio a partir de los parámetros anteriores con el criterio de información bayesiano mínimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros técnicos no se vieron afectados por el ejercicio contable (rango de 17 a 182 vacas/granja, 63 a 84 terneros/100 vacas, 145 a 418 kg PV vendido/vaca; $P>0,10$). A pesar de que el precio de venta de los terneros fue menor en 2013 que en 2023 ($2,12$ vs. $3,25 \pm 0,17$ €/kg PV, $P<0,001$), el beneficio según cuenta de explotación fue mayor en 2013 que en 2023 ($+74,3$ vs. $-60,8 \pm 37,8$ €/100 kg PV, respectivamente, $P<0,05$). Por su parte, únicamente el número de vacas manejadas por trabajador se vieron afectadas por el tipo de forraje utilizado mayoritariamente por la granja, que fue superior cuando recibían paja que con heno o silo ($95 \pm 10,9$ vs. $58 \pm 6,9$ y $50 \pm 10,9$ vacas/UTA, respectivamente, $P<0,05$), a pesar de que la carga ganadera sobre la base territorial no llegó a diferir significativamente entre granjas ($0,73 \pm 0,19$, $0,51 \pm 0,12$ y $0,91 \pm 0,19$ vacas/ha con paja, heno o silo, respectivamente; $P>0,10$).

En el año con ganancias (2013), se encontraron tres variables que explicaban mejor el beneficio relativo (Y, €/100 kg PV): la producción de terneros (X1), el número de vacas/UTA (X2) y el tamaño del rebaño de reproductoras (X3): $Y = 800,8 - 11,0 X1 + 2,4 X2 - 0,6 X3$ ($R^2=0,93$).

En el año con pérdidas (2023), el beneficio se explicó por las mismas tres variables anteriores (X1, X2, y X3), además de por la carga ganadera (X4), el precio de venta de los terneros (X5) y el peso vivo vendido por vaca (X6): $Y = 2.707,6 - 43,4 X1 + 6,3 X2 - 1,3 X3 - 275,8 X4 + 83,6 X5 + 0,4 X6$ ($R^2=0,90$). En ambos ejercicios económicos, la mejora de la tasa de destete y del tamaño del rebaño adulto afectaron negativamente al beneficio relativo, lo que se relacionaría con los mayores costes de alimentos adquiridos (hasta 380 €/100 kg PV) en algunas granjas con buenos resultados productivos. El mayor rendimiento del trabajo mejoró los resultados económicos en todos los casos. Cuando la coyuntura económica fue desfavorable, la reducción de la carga ganadera mejoró el beneficio, mientras un mayor precio y peso de venta de los terneros permitieron modular el resultado económico.

CONCLUSIÓN

La sostenibilidad económica de explotaciones representativas de los sistemas de producción de vacas nodrizas en España se asocia positivamente con la intensificación del rendimiento del trabajo, la reducción de la carga ganadera y el aumento del peso de venta de sus terneros, mientras se asocia negativamente con la producción de terneros y el tamaño de la granja.

NUTRICIÓN - ALIMENTACIÓN

PRIMEROS PASOS EN LA PUESTA A PUNTO DE UNA TÉCNICA NO INVASIVA PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE VACIADO GÁSTRICO EN PORCINO

Heras-Molina^{1*}, A., Marín², X., Castillo², M. y Pérez², J.F.

¹UCM, Madrid, España; ²UAB, Cerdanyola del Vallès, España

*anaherasm@ucm.es

INTRODUCCIÓN

La velocidad de vaciado gástrico (VVG) es diferente en función de las características fisicoquímicas del alimento ingerido (Goyal *et al.*, 2019). Dada la importancia de la VVG y su relación con la regulación de la saciedad y el consumo de pienso (Travagli y Anselmi, 2016), su estudio en porcino es muy relevante. El desarrollo de métodos de estudio de la VVG mínimamente invasivos son de vital importancia para garantizar el bienestar animal y la obtención de resultados fiables. El objetivo de este trabajo es mostrar los primeros pasos para la puesta a punto en porcino de un método de estudio de la VVG mediante la medición de la concentración de fluoresceína (F) de forma transdérmica basada en el estudio de Lett *et al.* (2021).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios fueron realizados en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Se usaron 4 lechones LDxDU de $8,58 \pm 1,22$ kg de peso que se dividieron en 4 grupos: 1) 500 mg de F/100 ml de agua sin comida; 2) 500 mg de F/100 ml de agua con maíz; 3) 250 mg/100 ml de agua con maíz y 4) 100 mg de F/100 ml de agua con maíz. Tras la sedación de los lechones, se les colocó, sobre la piel auricular (usando un dispositivo específico diseñado en OpenLabs UAB) una sonda óptica de 1/4 de pulgada (Ocean Optics, Inc., Dunedin, FL, USA), iluminada/excitada mediante un LED de 450 nm (LED-POD-1, L.Q.C., L'Escala, Spain), y posteriormente recogida mediante un espectrofotómetro de fluorescencia (Model QEPro, Ocean Optics, Inc., Dunedin, FL, USA) para su análisis. El software Ocean-View 2.0.16 se usó para el estudio del espectro de fluorescencia. Los datos espectrales fueron normalizados y limpiados de interferencias manualmente mediante las librerías de Python scipy, stats, statsmodels y sklearn evaluando si estos eran considerados estadísticamente como outliers.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas obtenidas con la F tomada únicamente con agua frente a la toma de F junto con maíz muestran claras diferencias, que pueden indicar diferentes velocidades de vaciado gástrico. Sin alimento, la F se detecta en poco tiempo, siguiendo un aumento exponencial hasta llegar a una fase de meseta cuyos valores descienden lentamente. Sin embargo, en el caso de la F administrada con maíz, la detección de fluorescencia empieza a aumentar más tarde, habiendo diferencias en la forma de la curva con respecto al agua, y disminuyendo respectivamente cuando la concentración de F disminuye. Este hecho se puede relacionar con las diferencias en la VVG en función del alimento (Gregory *et al.*, 1990), y concuerdan con las observaciones hechas por Lett *et al.* (2021). Las curvas referentes a la F con maíz fueron diferentes en función de la concentración de F administrada, lo que indica la importancia de administrar la dosis adecuada. En estas primeras pruebas de puesta a punto, se encontraron varias dificultades. El movimiento del lechón, especialmente de la cabeza, puede suponer una pérdida de la calidad de la lectura de datos. Además, tanto el exceso como el defecto de F pueden alterar las lecturas, bien por saturación de capacidad de lectura de la sonda o bien por no llegar a su límite de detección. Por otro lado, hay que tener en cuenta la posible extravasación de la F de los vasos auriculares a la piel, que puede generar confusión a la hora de analizar la VVG real en sus últimos puntos.

CONCLUSIÓN

El uso de F oral puede ser una opción para el estudio de la VVG en porcino de forma mínimamente invasiva. Sin embargo, todavía se requieren más estudios que solventen las dificultades vistas en las primeras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Goyal, R.K. *et al.* 2019. Neurogastroenterol Motil. 31(4): e13546.
- Gregory, P.C. *et al.* 1990. Br J Nutr 64(1): 45-58.
- Lett, A.M. *et al.* 2021. Biomed Opt Express. 12(7): 4249-4264.
- Travagli, R.A. y Anselmi, L. 2016. Nat Rev Gastroenterol. Hepatol. 13(7): 389 401.

Agradecimientos: Agradecemos la ayuda del personal de la granja y OpenLabs de la UAB.

POTENCIAL DEL SILICIO COMO MARCADOR INDIGESTIBLE EN CERDOS: COMPARACIÓN CON CENIZAS INSOLUBLES EN ÁCIDO Y ÓXIDO DE ITERBIO

Kaikat^{1*}, I., Pérez¹, J.F., Llauredó-Calero¹, E., Piquer², L., Cerisuelo², A., Villarroya³, I. y Solà-Oriol¹, D.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNIa), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra; ²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA), Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), 12400 Segorbe; ³Servei d'Anàlisi Química (SAQ), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra

*ibtissam.kaikat@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los marcadores indigestibles permiten estimar la digestibilidad de los piensos en escenarios relevantes, como pueden ser animales en grupo, sin necesidad de mediciones individuales de consumo y excreción. El silicio (Si), que es un elemento endógeno en los propios ingredientes se propone como una posible alternativa a los marcadores convencionales. Este estudio comparó el análisis del Si frente a otros marcadores, como las cenizas insolubles en ácido (AIA) y el óxido de iterbio (Yb_2O_3) en la estimación y detección de diferencias en los coeficientes de digestibilidad total de las dietas en ganado porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formularon cuatro dietas experimentales: SBM (16% de harina de soja y 43% de maíz); RSM y SFM (por reemplazo completo de la harina de soja con harina de colza y harina de girasol, respectivamente); y RSM-SB (similar a RSM, pero con un 15% de maíz reemplazado por pulpa de remolacha). Las dietas se administraron a 12 cerdos (Topigs; machos; $33 \pm 0,8$ kg) en un diseño cuadrado latino 4×4 durante 2 periodos de 2 semanas (3 animales por dieta y periodo). Las dietas incluían 50 mg/kg de Yb_2O_3 y 10 g/kg de dióxido de silicio (SiO_2 amorfo). Tras 7 días de adaptación, se recolectaron muestras de heces durante 2 días al final de cada periodo. El Yb y el Si se analizaron en muestras de dietas y heces hidrolizadas con ácido mediante espectrometría ICP-OES, mientras que las AIA se determinaron según el Reglamento n° 152/2009 de la Comisión Europea. Los análisis estadísticos consideraron la dieta, el marcador y su interacción como efectos fijos, y el periodo y el animal como aleatorios. Los análisis se realizaron en R Studio utilizando el paquete lme4 para modelos mixtos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de Si en las dietas fueron 2,17 g/kg en RSM, 2,21 g/kg en SFM, 2,22 g/kg en SBM y 2,22 g/kg en RSM-SB, determinadas en gran parte por el aporte del SiO_2 amorfo. No se observaron interacciones significativas entre el marcador y la dieta en la estimación de los coeficientes de digestibilidad. Si, AIA y Yb detectaron las diferencias en los coeficientes de digestibilidad entre las dietas de manera similar. En conjunto para todas las dietas, los tres marcadores ofrecieron estimaciones similares de digestibilidad de la materia orgánica (88,7, 88,9 y 89,0%, respectivamente, SEM=0,27; P=0,369), con correlaciones significativas entre Si y AIA ($r=0,78$; $P<0,001$) y Si y Yb ($r=0,68$; $P<0,001$); energía bruta (87,6, 87,8 y 88,0%, SEM=0,39; $P=0,411$); nitrógeno (85,5, 85,6 y 85,8%, SEM=0,63; $P=0,453$); almidón (99,5, 99,5 y 99,6%, SEM=0,04; $P=0,412$); extracto etéreo (85,9, 85,9 y 86,1%, SEM=1,14; $P=0,723$); fósforo (41,9, 42,8 y 43,5%, SEM=0,84; $P=0,371$), con correlaciones significativas entre Si y AIA ($r=0,58$; $P<0,001$) y Si y Yb ($r=0,37$; $P=0,011$); y calcio (46,0, 46,7 y 47,4%, SEM=0,83; $P=0,419$). El Si mostró un mayor coeficiente de variación en la digestibilidad de fósforo (CV=22,5%) y calcio (CV=17,5%) en comparación con AIA (CV=9,47% para P y CV=9,12% para Ca) y Yb (CV=12,3% para P y CV=11,1% para Ca), lo que sugiere una mayor imprecisión en sus estimaciones. Sin embargo, los tres marcadores presentaron resultados consistentes para nutrientes como el almidón, con CV<0,15%.

CONCLUSIÓN

El análisis de Si muestra potencial como marcador indigestible para poder calcular los coeficientes de digestibilidad de manera indirecta. Su presencia endógena podría eliminar la necesidad de suplementación de marcadores exógenos, reduciendo costes y simplificando la formulación de dietas, además de no estar sujeto a restricciones regulatorias en aplicaciones comerciales. Su posible integración en un mismo análisis de minerales proporcionaría agilidad y versatilidad a los estudios. Sin embargo, se requiere validar su fiabilidad y precisión como marcador en dietas no suplementadas con SiO_2 y en las que el nivel de Si en la dieta será más reducido.

USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA DETERMINAR LA CONDICIÓN CORPORAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON DÉFICIT DE FÓSFORO Y CALCIO

Brun*, A., Palacios-Duchicela, R. y Font-i-Furnols, M.

IRTA-Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, España

*albert.brun@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La Tomografía Computarizada (TC) es una tecnología basada en rayos X que permite evaluar los cerdos en diferentes momentos del periodo de engorde sin necesidad de sacrificarlos. La adición de fósforo (P) y Calcio (Ca) en la dieta es necesaria para una buena mineralización ósea, aunque un exceso de P podría ser excretado aumentando la concentración de P en los purines. La restricción de P en la dieta podría provocar, además de problemas de osificación, cambios en la composición corporal de los animales. Por esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar con TC el efecto de la restricción de minerales en la dieta sobre la composición corporal de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un lote de 48 machos enteros (Landrace x Large White) con un peso inicial de $13,8 \pm 2,30$ Kg fueron engordados con dos dietas: Control (C) y restringida (R) con un 60% de los requerimientos digestivos de P y Ca. Se establecieron 3 fases de engorde de 3, 7 y 6 semanas, respectivamente. Cuatro tratamientos se utilizaron combinando las dietas en las tres fases del engorde: CCC, RCC, RRC y RRR. Al inicio y al final de cada fase los cerdos se anestesiaron y seguidamente se escanearon con un equipo de TC (Philips Brilliance 16, Ámsterdam, Holanda). Se analizaron las imágenes con el Software Visual-Pork (Bardera *et al.*, 2012). De cada animal se seleccionó una imagen de la zona de la espalda, cuatro del lomo (costillas 6, 11 y 14 y tercera vertebra lumbar) y una del jamón. Se midió el espesor de grasa en el punto central en todas las imágenes y el área del lomo derecho en las imágenes del lomo. El análisis estadístico se realizó con el software SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC, US) se utilizó el procedimiento Mixed considerando medidas repetidas, se incluyó tratamiento, fase y su interacción como efectos fijos y el corral como unidad experimental. Las medias se compararon mediante el test Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en las dos primeras fases del engorde. En la tercera fase los animales CCC tuvieron un grosor de grasa en la costilla 14 superior al de los animales RCC mientras que los RRC y RRR presentaron valores medios. En cambio, a nivel de la tercera vertebra lumbar los animales RRC tuvieron mayor espesor de grasa en comparación con los RRR, mientras que los CCC y RCC no se diferenciaron de los otros grupos. En el resto de los puntos anatómicos evaluados no se encontraron diferencias entre tratamientos. Estos resultados nos indican que la grasa se distribuye heterogéneamente a lo largo del lomo y depende del tratamiento. El área del lomo en la sexta costilla fue mayor en los tratamientos CCC y RRC en comparación con el RCC, mientras que los animales RRR tuvieron valores intermedios. En el resto de los puntos analizados en el lomo no se encontraron diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

CONCLUSIÓN

Los resultados muestran que la reducción de P y Ca en la dieta puede producir cambios en la composición tisular de los animales al final de su periodo de engorde. La restricción temprana de minerales seguida de una dieta control puede producir cambios significativos respecto a la dieta control a lo largo de todo el engorde. Por otra parte, la TC es una herramienta útil para poder evaluar las características de los animales en las diferentes fases del engorde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardera, A. *et al.* 2012. Paper presented at FAIM I Conference of COST FA1102, 25–26 September, Dublin, Ireland. Book of abstracts, 97.

Agradecimientos: Proyecto SUSPORK PID2021-124423OR-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE. Y al IRTA por la beca doctoral 2023 a Palacios R.

PUESTA A PUNTO DE METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN PROTEICA EN CERDOS EN CRECIMIENTO

Sarri*, L., Balcells, J., Seradj, A.R. y de la Fuente, G.

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida-Agrotecnio Centre,
Av. Alcalde Rovira Roure 191, 25198, Lleida

*laura.sarri@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La renovación proteica de los tejidos depende de dos procesos simultáneos, síntesis y degradación, y el balance de ambos determina las necesidades netas de proteína y aminoácidos del animal. Existen numerosos estudios en relación al proceso de síntesis, no obstante, el estudio de los procesos de degradación presenta importantes limitaciones dada su complejidad metodológica. El presente estudio pretende implementar la metodología descrita por Holm *et al.* (2019) en humanos, utilizando agua deuterada ($^2\text{H}_2\text{O}$) para analizar los ritmos de degradación proteica en cerdos en crecimiento. Analizando la posibilidad de: i) utilizar sacrificios temporales (grupos de animales homogéneos e intervalos temporales de 8 días) como alternativa a las biopsias y, ii) determinar la validez de la saliva como sustrato biológico alternativo al plasma para, en ambos casos, profundizar de una forma menos invasiva en el estudio del metabolismo proteico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 16 cerdos macho [(Landrace Large White) Pietrain] con un peso inicial de $32,0 (\pm 3,46)$ kg de peso vivo, alojados en dos corrales contiguos. Inicialmente, se les tomó muestras sanguíneas y salivales para determinar el enriquecimiento natural en deuterio (^2H), y a continuación, se les administró una dosis única de 9,65 ml/kg de masa corporal magra de $^2\text{H}_2\text{O}$ (Crespo, 2021) a través de una sonda esofágica bajo sedación profunda. Semanalmente se muestreaban ambos fluidos durante un periodo de 8 semanas, y finalmente se sacrificaron en 2 grupos de 8 animales en dos semanas de diferencia. Tras la eutanasia, se muestreó los músculos *longissimus dorsi*, *biceps femoris*, *gluteus medius* y *semi-membranosus*, así como también hígado y duodeno, y se analizó el enriquecimiento en ^2H -Alanina por cromatografía líquida y espectrometría de masas. Los datos se analizaron mediante un modelo mixto del software JMP Pro 17 y el test de comparación múltiple Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cinética de enriquecimiento en ^2H -Alanina mostró diferencias entre las muestras obtenidas de plasma y la saliva. La curva salival mostró un menor enriquecimiento inicial, una menor pendiente a lo largo del periodo de muestreo y un peor ajuste con respecto a la del plasma. Por otra parte, los tejidos analizados presentaron un declive en el enriquecimiento de ^2H -Alanina conjugada a la proteína en el periodo entre sacrificios. Este hecho, demostró la validez de los periodos de muestreo propuestos y ello permitió evaluar las tasas de degradación en diferentes tejidos, que fueron especialmente elevadas en duodeno e hígado y generalmente menores en músculo. Nuestros resultados confirman la hipótesis de que los ritmos de renovación proteica en vísceras, y especialmente en intestino son mayores que en músculo esquelético (Cross *et al.*, 2020; Sarri *et al.*, 2024).

CONCLUSIÓN

El presente estudio señala que la cinética de ^2H -Alanina en saliva tras la administración oral de una dosis única de $^2\text{H}_2\text{O}$ es ligeramente distinta a la del plasma, con un enriquecimiento inicial inferior y menor pendiente a lo largo de los días. El uso del $^2\text{H}_2\text{O}$ como marcador isotópico y los sacrificios duales (como alternativa al procedimiento de biopsia) permitieron determinar las tasas de degradación en diferentes tejidos, especialmente de aquellos que van a tener una mayor incidencia en el metabolismo proteico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crespo, T.A. 2021. Trabajo Fin de Máster en Nutrición Animal (IAMS-CIHEAM).
- Cross, K. *et al.* 2020. PLoS One. 15: e0242926.
- Holm, L. *et al.* 2019. Physiol. Rep. 7: 1-14.
- Sarri, L. *et al.* 2024. J Anim. Physiol. Anim. Nutr. 108: 451-469.

Agradecimientos: Al personal del CEP, también a A. Ñaco, T. Giró, J.C. Melo y F. Vilaró por su asistencia técnica.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON BETAÍNA O AMINOÁCIDOS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LA CERDA IBÉRICA LACTANTE SOMETIDA A ESTRÉS POR CALOR

García-Contreras^{1*}, C., Sánchez-Esquiliche², F., Lachica¹, M., Fernández-Figares¹, I., Román¹, A., Gómez-Carballar², F., Ramírez-Hidalgo², L. y Nieto¹, R.

¹Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada;

²Sánchez Romero Carvajal Jabugo, Jabugo

*consolacion.garcia@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los cerdos son muy sensibles al estrés por calor debido a su alta tasa metabólica, escasas glándulas sudoríparas y gruesa capa de grasa dorsal. Los periodos de lactación son especialmente críticos para la cerda por la elevada producción de calor asociada a la producción de leche. Además, hay poca información sobre el impacto del estrés por calor en cerdas ibéricas lactantes siendo crucial investigar sus efectos para mejorar la eficiencia productiva. La betaína protege las células del estrés osmótico y actúa como donador de grupos metilo. Por otro lado, la valina y la arginina han demostrado beneficios en cerdas lactantes y sus camadas, especialmente bajo condiciones de estrés. Su administración de forma combinada podría potenciar sus efectos beneficiosos. Este estudio evaluó el uso de la betaína y de aminoácidos funcionales (valina y arginina) como estrategia nutricional para mitigar los efectos del estrés por calor en cerdas ibéricas lactantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron los efectos de la suplementación de cerdas ibéricas lactantes, primíparas (n=35) y multíparas (n=52) desde el día 70 de gestación hasta el destete durante las estaciones de primavera (NO-EC; n=40) y verano (EC; n=47). La temperatura máxima promedio fue de 32,3 °C en verano y 23,7 °C en primavera. Las cerdas suplementadas con betaína (3 g/kg de pienso; BET; n=29) o aminoácidos (hasta conseguir una ratio Arg/Lys y Val/Lys de 1,1 y 1,01 respectivamente; AA; n=27) como estrategias nutricionales para mitigar el estrés por calor se compararon con un grupo no suplementado (C; n=31). Se analizaron parámetros productivos de la cerda lactante, como peso al parto y al destete, pérdida de peso durante la lactación, ingesta diaria, espesor de lomo y grasa dorsal, tamaño de camada, peso medio de la camada (al parto y al destete) y ganancia media diaria de la camada. Para el análisis estadístico se usó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI, v. 16.1.18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas multíparas y en condiciones de NO-EC fueron las más pesadas, tanto al parto como al destete ($P<0,005$). Además, se observó una reducción de la ingesta diaria en condiciones de EC ($P<0,001$). No se observaron diferencias en cuanto a la pérdida de peso de la cerda durante la lactación. El EC sí afectó al peso medio de la camada al nacimiento y al destete, siendo este menor en las camadas de cerdas primíparas ($P<0,001$) y en condiciones de EC ($P<0,005$). Con respecto a la ganancia media diaria de la camada, se observó un efecto de la paridera, siendo menor en el caso de las cerdas primíparas ($P<0,005$), pero no se observó efecto del EC. Las cerdas del grupo BET, mostraron menor espesor de grasa dorsal que las del grupo C ($P<0,05$) y mayor concentración plasmática de colesterol total y HDL ($P<0,05$ para ambos). Estos resultados podrían sugerir una mayor movilización de la grasa corporal en las cerdas del grupo BET. También se observó una tendencia a un mayor espesor de lomo en el grupo BET ($P=0,077$), así como un efecto de la interacción tratamiento x EC, siendo el espesor de lomo mayor en cerdas del grupo BET en condiciones de EC ($P<0,001$).

CONCLUSIÓN

El estrés por calor afectó negativamente el rendimiento productivo de las cerdas ibéricas lactantes, disminuyendo su peso al parto y al destete, la ingesta de alimento y el peso medio de la camada. La suplementación con betaína mostró beneficios potenciales, favoreciendo una mayor movilización lipídica sin afectar a la pérdida de peso de la cerda durante la lactación. Esta mayor movilización lipídica puede proteger a la cerda lactante del estrés por calor, disminuyendo la capa de grasa dorsal.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-125059OB-I00). Ayudas Juan de la Cierva (JDC2022-049444-I). A la inestimable colaboración del personal de la granja Montecastilla de Sánchez Romero Carvajal.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON BETAÍNA O AMINOÁCIDOS SOBRE EL ESTADO METABÓLICO DE LA CERDA IBÉRICA LACTANTE SOMETIDA A ESTRÉS POR CALOR

García-Contreras^{1*}, C., Sánchez-Esquiliche², F., Lachica¹, M., Fernández-Fígares¹, I., Román¹, A., Gómez-Carballar², F., Ramírez-Hidalgo², L. y Nieto¹, R.

¹Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada;

²Sánchez Romero Carvajal Jabugo, Jabugo

*consolacion.garcia@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los cerdos son muy sensibles al calor debido a su alta tasa metabólica y a su gruesa capa de grasa dorsal, además de tener pocas glándulas sudoríparas. Las cerdas lactantes son especialmente vulnerables debido a su elevada producción de calor asociada a la lactación. Aunque la raza ibérica está adaptada al clima cálido de la Península Ibérica, hay escasa información sobre el impacto del estrés por calor durante la lactación. La betaína puede actuar como protector celular contra el estrés osmótico y como donador de grupos metilo. La valina y la arginina tienen efectos positivos cuando se administran de forma individual en cerdas lactantes y en sus camadas, especialmente bajo condiciones de estrés, y su uso conjunto podría potenciar sus efectos beneficiosos. El objetivo de este trabajo fue evaluar estrategias nutricionales como la suplementación con betaína o con aminoácidos funcionales (valina y arginina) para mitigar el efecto perjudicial del estrés por calor en la cerda ibérica lactante analizando parámetros bioquímicos plasmáticos al destete en las cerdas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron los efectos de la suplementación con betaína o aminoácidos de cerdas ibéricas primíparas (n=35) y multiparas (n=52) desde el día 70 de gestación hasta el destete durante las estaciones de primavera (NO-EC; n=40) y verano (EC; n=47). La temperatura máxima promedio fue de 32,3 °C en verano y 23,7 °C en primavera. Las cerdas suplementadas con betaína (3 g/kg de pienso; BET; n=29) o aminoácidos (hasta conseguir una ratio Arg/Lys y Val/Lys de 1,1 y 1,01 respectivamente; AA; n=27) se compararon con un grupo control no suplementado (C; n=31). Al final de la lactación se obtuvieron muestras de sangre para determinar parámetros bioquímicos plasmáticos: albúmina, creatinina, urea, glucosa, lactato, colesterol y sus fracciones, triglicéridos y beta-hidroxibutirato. Se determinó la capacidad antioxidante mediante la técnica del poder reductor del hierro (FRAP) y el estrés oxidativo a través de las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), además de calcular la ganancia media de la camada durante el periodo de lactación y el espesor de grasa dorsal de la cerda lactante. Para el análisis estadístico se usó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI version 16.1.18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó menor concentración plasmática de colesterol-HDL en EC (P<0,001), a la vez que menor ganancia de peso en las camadas (P<0,01). Hubo un efecto del tratamiento, presentando las cerdas del grupo BET niveles más elevados de colesterol-HDL y colesterol total (P<0,05), junto con menor espesor de grasa dorsal al destete (P<0,05), lo que podría sugerir mayor movilización de la grasa corporal materna en las cerdas del grupo BET. La concentración plasmática de glucosa fue mayor en el grupo BET bajo condiciones de NO-EC que en el grupo C (P<0,01), lo que podría suponer una mayor disponibilidad de glúcidos para la síntesis de leche. Finalmente, los parámetros plasmáticos del estado redox materno como FRAP o TBARS no se vieron afectados por el tratamiento, pero sí por el estrés por calor, observándose menor capacidad antioxidante y mayor estrés oxidativo en condiciones de EC (P<0,001).

CONCLUSIÓN

El estrés por calor afecta negativamente al estado redox de la cerda lactante, disminuyendo su capacidad antioxidante y aumentando el estrés oxidativo. Además, reduce la disponibilidad lipídica plasmática, y la ganancia media de las camadas al destete. La suplementación con betaína muestra beneficios potenciales, favoreciendo una mayor movilización de grasa, así como una mayor disponibilidad de glucosa. Sin embargo, estos resultados no se reflejaron en un mejor crecimiento de la camada.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-125059OB-I00). Ayudas Juan de la Cierva (JDC2022-049444-I). A la inestimable colaboración del personal de la granja Montecastilla de Sánchez Romero Carvajal.

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE UN ADITIVO FITOGÉNICO A BASE DE ESPECIAS Y EL NIVEL DE AMINOÁCIDOS AZUFRADOS, SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS BROILER SOMETIDOS A ESTRÉS POR CALOR CÍCLICO

Maldonado-Ortiz^{1*}, A.J., Sevillano¹, F., Herrero-Encinas^{1,2}, M., Ibáñez², M.A. y Menoyo¹, D.

¹Departamento de Producción Agraria; ²Departamento de Economía Agraria, Estadística y Gestión de Empresas, Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, 28040 Madrid, España

*joel.maldonado@upm.es

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor (EC) es uno de los principales retos al que se enfrenta la industria avícola de carne (Apalowo *et al.*, 2024). Una alternativa que puede ayudar a reducir el impacto negativo del EC sobre la productividad de las aves es el uso de aditivos fitogénicos y aminoácidos azufrados en sus dietas debido a su posible contribución a los sistemas antioxidantes del animal (Sarsour y Persia, 2022; Herrero-Encinas *et al.*, 2023). En el presente estudio, se evaluó la inclusión de un aditivo fitogénico a base de especias (SP) y la suplementación de aminoácidos azufrados totales (AAT) en las dietas, para determinar su efecto sobre los parámetros productivos en pollos broiler sometidos a EC cíclico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se distribuyeron 720 pollos broiler Cobb 500 en dos naves, en cada nave los animales fueron asignados al azar a 4 tratamientos experimentales (9 réplicas, 10 aves/corral/replica). De 1 a 22 días de edad, las aves fueron alimentadas con dietas comerciales y de 23 a 40 días de edad se les alimentó con dietas experimentales. El ensayo se llevó a cabo mediante un modelo factorial 2 x 2 x 2, con 2 niveles de aditivo SP (0 vs. 250 ppm), 2 niveles de AAT digestibles (0,76%: cumpliendo con las recomendaciones FEDNA vs. 0,91%: 20% más de lo recomendado) y 2 condiciones térmicas (nave termo neutra (TN) vs. nave estrés por calor). El aditivo SP consiste en una mezcla de oleorresinas de *Capsicum sp.*, pimienta negra y jengibre. A partir del día 35, la nave EC fue sometida a un índice de temperatura y humedad (ITH) de $81 \pm 1,8$, durante 6 horas/día durante 5 días. El consumo y el peso de los animales se evaluó a los 23, 34 y 40 días de edad, determinando el consumo medio diario (CMD), la ganancia media diaria (GMD) y el índice de conversión (IC) en los periodos 23-34 y 34-40 días de edad. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS®, con un modelo mixto incluyendo el efecto periodo, SP, AAT y EC y sus interacciones como efectos fijos y el corral como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los dos periodos las dietas experimentales no afectaron al CMD, pero se observó una interacción entre SP y el periodo con respecto a la GMD. Mientras que la GMD se mantuvo similar en ambos periodos en los animales alimentados con SP, ésta disminuyó significativamente ($P<0,05$) entre los 34 a 40 días de edad en las aves alimentadas con dietas sin SP. Además, se observó una interacción entre los tres factores SP, AAT y Periodo con respecto a IC, de manera que en el periodo 34-40 días éste fue menor significativamente ($P<0,05$) en las aves alimentadas con dietas con SP y sin AAT, tanto en animales sometidos a EC como en los de TN. Estos datos confirman los efectos positivos de los extractos de especias a base de capsaicina sobre los parámetros productivos (Herrero-Encinas *et al.*, 2023; Thiamhirunsopit *et al.*, 2014). El EC redujo la GMD de manera significativa ($P<0,05$), aumentando el IC ($P<0,01$) en comparación con el tratamiento TN lo que coincide con otros estudios de EC cíclico (Greene *et al.*, 2021). No se detectaron interacciones significativas entre las dietas y el EC sobre los parámetros productivos.

CONCLUSIÓN

La incorporación del aditivo SP en las dietas mejoró la GMD y el IC durante el periodo final de la prueba tanto en animales sometidos a EC como en los de TN. Ni el aditivo ni la suplementación adicional de AAT mejoraron los efectos negativos del EC sobre la GMD y el IC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Apalowo, O.O. *et al.* 2024. Poultry Sci. 3(2): 107-128. • Greene, E.S. *et al.* 2021. Dom. Animal Endocr. 74: 106487. • Herrero-Encinas, J. *et al.* 2023. Animals 13(2): 250-250. • Sarsour, A.H. y Persia, M.E. 2022. Poultry Sci. 101(7): 101952 • Thiamhirunsopit, K. *et al.* 2014. Animals 192: 90-100.

Agradecimientos: Este estudio se llevó a cabo gracias a la financiación del proyecto del plan nacional Ref. Proyecto PID2020-114180RB-I00 y la ayuda PRE2021-098692. Agradecemos a la empresa Lucta S.A. el suministro del aditivo SP.

¿CUÁNDO EMPIEZA A AFECTAR EL CALOR A LOS CERDOS IBÉRICOS?

Lachica*, M., Román, A., Fernández-Figares, I. y Nieto, R.

Dpto. de Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín,
CSIC, San Miguel 101, 18100 Armilla, Granada, España

*manuel.lachica@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los cerdos son animales muy sensibles al calor, lo que produce grandes pérdidas económicas en su producción y afecta a su bienestar (Vermeer y Aarnink, 2023). El cerdo Ibérico es una raza rústica que prospera en el bosque mediterráneo del suroeste de la Península Ibérica, donde las temperaturas estivales pueden ser muy altas. Existe un rango de temperaturas en el que los animales se sienten cómodos, conocido como zona termoneutral (o termoneutralidad). En esta zona la producción de calor (HP) por parte de los animales alcanza un mínimo, y es constante e independiente de la temperatura ambiente. Esta zona está delimitada por la temperatura crítica inferior y la temperatura crítica superior (UCT) que son, respectivamente, la temperatura más baja y más alta en la que la pérdida de calor de los animales es mínima y la energía retenida (RE) alcanza un máximo. Mientras que el estrés por frío (al menos moderado) es bien soportado por la mayoría de animales homeotermos, el estrés por calor no. Nuestro objetivo fue determinar la UCT de los cerdos Ibéricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudió el efecto de la temperatura ambiente sobre diversos parámetros fisiológicos para determinar la UCT en cerdos Ibéricos. Tras un periodo de adaptación a 28 °C, 8 machos castrados (102 kg) fueron trasladados individualmente a 2 cámaras de respirometría (calorimetría indirecta de circuito abierto) y alimentados *ad libitum* (dieta estándar). Se midieron la HP y el cociente respiratorio (RQ; CO_2/O_2) durante 24 h, y varios parámetros fisiológicos cada dos días a 24, 26, 28, 30 y 32 °C. Se midió la ingesta voluntaria de alimento (VFI). La RE se calculó como la diferencia entre la energía metabolizable ingerida y la HP. La frecuencia respiratoria (BR; respiraciones/min) se midió con un cronómetro y contando, a través de la ventana de la cámara, el número de movimientos ininterrumpidos del flanco por minuto. A continuación, se abrió la cámara y se midió la temperatura rectal (RT; °C) con un termómetro digital insertado en el recto; la temperatura de la piel (ST; °C) con un termómetro infrarrojo colocado siempre en la misma zona corporal (entre ambas escápulas); y la frecuencia cardíaca (FC; latidos/min) con un pulsioxímetro veterinario portátil fijando el dispositivo en las orejas del animal. Los datos se analizaron mediante ANOVA-I con medidas repetidas (Statgraphics Plus for Windows Version 2.0, Manugistics Inc., Rockville, MD), utilizando al animal como unidad experimental, para determinar el efecto de la temperatura. Se utilizó el test de rango múltiple de Tukey para establecer las diferencias en el parámetro analizado. Las diferencias se consideraron significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias ($P > 0,05$) en la frecuencia cardíaca (HR; 97,7 latidos/min) ni en la temperatura rectal (RT; 39,7 °C) entre las temperaturas ambientales (Tabla 1). La frecuencia respiratoria (BR) y la temperatura cutánea (ST) aumentaron (272 y 2,4%, respectivamente; $P < 0,05$) con la temperatura ambiental; mientras que la ingesta voluntaria de alimento (VFI), la RE y el RQ disminuyeron (40,3, 65,8 y 10,5%, respectivamente; $P < 0,001$). En general, la HP disminuyó (19,2%; $P < 0,01$) moderadamente con el aumento de temperatura. La reducción en RE cuando aumentó la temperatura estuvo más relacionada con la disminución de VFI que con la reducción concomitante de la HP. La UCT puede establecerse en 28 para BR, 30 para VFI y RE, y 32 °C para ST, HP y RQ.

CONCLUSIÓN

La UCT se estableció en 28-30°C, lo que supone 5-8°C por encima de los valores publicados para cerdos de razas mejoradas, indicando la buena adaptación de los cerdos Ibéricos al calor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vermeer, H.M. y Aarnink, A.J.A. 2023. Available at <https://edepot.wur.nl/587090>.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto PID2021-125059OB-100, Ministerio de Ciencia e Innovación.

IMPACTO DE LA METIONINA PROTEGIDA Y UN BUFFER COMERCIAL EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS PRIMERIZAS BAJO ESTRÉS TÉRMICO

Gómez^{1*}, A., Yáñez-Ruiz¹, D.R., Rivelli¹, I., Romera¹, E., Ortega², A.,
Baños², M., Guesmi¹, N. y Romero-Huelva¹, M.

¹Dpto. Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada;

²Grupo Omega de Nutrición Animal. Arganda del Rey (Madrid)

*aharon.gomez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los episodios de sequía y temperaturas extremas han afectado gravemente a la ganadería. El estrés térmico es responsable de importantes pérdidas productivas y económicas (Schüller *et al.*, 2014). Mejoras en las instalaciones, manejo, genética y nutrición se han implementado para mitigar sus efectos. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de un suplemento dietético específico en cabras lecheras primíparas bajo estrés por calor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 30 cabras Murciano-Granadina de una granja comercial de caprino lechero ubicada en El Jau (Granada, España). Fueron asignadas aleatoriamente a 2 grupos experimentales (n=15): pienso control + alfalfa (CTL) y dieta control con un hidroxianálogo de metionina (HMBi; Metasmart® Adisseo SAS) y un buffer de óxido de magnesio de alta solubilidad (Rumimega K+HT®; Grupo Omega, SL) (HS). Se empleó un pienso comercial habitual en las granjas de caprino lechero (89,8% MS, 89,5% MO, 19,1% PB, 3,90% EE, 27,9% FND, 11,9% FAD, 4,21% LAD, 1,04 UFL/kg). La dieta se suministró en 4 repartos al día (relación forraje:concentrado de aproximadamente 30:70). El experimento se realizó durante la paridera de verano, desde el 1 de julio hasta el 30 de octubre de 2023. Se monitorizó la producción individual de leche (DelPro™ DeLaval), la temperatura y humedad relativa cada hora utilizando 4 sensores HOB0®. El índice de temperatura y humedad (ITH) se calculó utilizando la siguiente fórmula: $ITH = (1,8 \times T^a + 32) - [(0,55 - 0,055 \times HR) \times (1,8 \times T^a - 26)]$ (Dikmen *et al.*, 2009). Se realizaron 8 controles lecheros para analizar la calidad y composición individual de la leche. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante GLM de medidas repetidas en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche, proteína y extracto quesero fue superior ($P < 0,001$) a partir de la cuarta semana en la dieta HS, con valores de 2,71 vs. 2,20 kg/día; 94,5 vs. 74,9 g/día y 215,4 vs. 176,6 g/día, respectivamente. Del mismo modo, la producción de grasa fue mayor en los animales suplementados (119,1 vs. 101,1 g/día) a partir de la semana 10 ($P = 0,006$), con excepción de la semana 13 ($P = 0,093$). En línea con nuestros resultados, Li *et al.*, (2019) observaron una mayor producción de leche y sólidos ($P < 0,01$) al suplementar con metionina protegida la dieta de cabras lecheras. Finalmente, los valores de ITH fueron más altos ($P < 0,001$) durante julio y agosto, comparados con septiembre y octubre, 75,4 y 68,6, respectivamente. Esto pudo afectar a la respuesta de la intervención nutricional utilizada en este ensayo (HS), ya que se observó una mayor respuesta con esta dieta a partir del 28 de agosto, coincidiendo con la bajada de los ITHs a valores más moderados. Cabe destacar que, en condiciones de calor extremas, el animal necesita destinar más recursos para mantener o compensar el estrés térmico, lo que hace que los aditivos empleados se utilicen en rutas metabólicas no implicadas directamente en parámetros productivos, como es el caso de los grupos metilo.

CONCLUSIÓN

La suplementación de la dieta de lactación en cabras primíparas con hidroxianálogo de metionina (HMBi) y un buffer de óxido de magnesio de alta solubilidad tiene un impacto positivo en la producción y calidad de la leche bajo las condiciones de estrés por calor evaluadas. El uso de sensores de monitorización es una herramienta de apoyo muy útil para interpretar la variabilidad de respuesta frente a cambios en la dieta en distintas condiciones ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dikmen *et al.* 2009. J. Dairy Sci. 92 (1): 109-116.
- Li *et al.* 2019. Chin. J. Anim. Nutr. 31 (8): 3898-3904.
- Schüller *et al.* 2014. Theriogen. 81 (8): 1050-1057.

Agradecimientos: Proyectos TED-FARM (TED2021-130759B-C33) y H2020 HoloRuminant (101000213).

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE PUFA n-6 POR PUFA n-3 EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS SOMETIDAS A UN DESAFÍO INFLAMATORIO DE LA GLÁNDULA MAMARIA SOBRE SU RESILIENCIA: 1) RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Barrio*, E., Frutos, P., González-Merino, P., Toral, P.G., Fonseca, P.A.S. y Hervás, G.

Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León

*e.barrio@csic.es

INTRODUCCIÓN

El escenario actual de inestabilidad (cambio climático, evolución de los sistemas ganaderos, etc.) hace que cada vez sea más necesario contar con animales resilientes. En ganadería, la resiliencia es la capacidad de un animal para hacer frente a una perturbación, más o menos corta, y recuperar rápidamente su nivel de producción o estado de salud previos (Friggens *et al.*, 2022). Aunque existen aún pocos trabajos al respecto, la resiliencia podría verse afectada por la composición de la dieta; por ejemplo, por el tipo de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), con un efecto potencialmente positivo de los PUFA n-3 (Contreras *et al.*, 2012). En este primer trabajo, investigamos el efecto de la suplementación de la dieta con PUFA n-6 vs. PUFA n-3 sobre la resiliencia en ovejas sometidas a un desafío inflamatorio intramamario con lipopolisacáridos (LPS) de *Escherichia coli* para causar una mastitis. Esta enfermedad es una de las más frecuentes y costosas en las ovejas lecheras (Gonzalo, 2018). El estudio se centró en la respuesta en términos de rendimiento productivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veintidós ovejas de raza assaf se distribuyeron en dos tratamientos según la suplementación de la dieta completa ofrecida *ad libitum* a los animales durante todo el experimento: SOJA (con un 2% de aceite de soja, rico en PUFA n-6; $n=11$) y LINO (con un 2% de aceite de lino, rico en PUFA n-3; $n=11$). El experimento se dividió en tres periodos: pre-desafío (4 semanas), desafío inflamatorio (infusión intramamaria de 10 μ g de LPS de *Escherichia coli* en cada glándula mamaria; 20 μ g total) y post-desafío (3 semanas tras el desafío). La evolución en la ingestión y la producción de leche (PL) de los animales se estudió mediante un modelo definido a trozos con 4 parámetros: V_1 , la constante de la fase pre-desafío; V_2 , la pendiente lineal de la respuesta al desafío inflamatorio (3 días); V_3 , el componente lineal del periodo de recuperación (ej. los 5 días siguientes al desafío); y V_4 , la constante del periodo de estabilización (días restantes del post-desafío). Además, se usaron contrastes ortogonales para comparar las diferencias entre el periodo pre-desafío (V_1) y el de estabilización (V_4). Los datos de dos animales de la dieta LINO tuvieron que ser eliminados a partir de las 48-72h tras el desafío por requerir tratamiento antiinflamatorio. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico R (v4.2.1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el pre-desafío no se encontraron diferencias debidas a la dieta ni en la ingestión ni en la PL (V_1 ; $P>0,10$). Sin embargo, la caída de la ingestión en respuesta al reto inflamatorio (V_2) fue mayor en los animales alimentados con aceite de lino ($P<0,05$). A pesar de ello, su recuperación (V_3 ; $P<0,05$) también fue mayor, por lo que finalmente ambos tratamientos recuperaron los valores iniciales durante el post-desafío. De hecho, el grupo SOJA alcanzó en este periodo valores superiores a los iniciales ($P<0,05$ para V_1 vs. V_4). En cuanto a la PL, no fue posible detectar diferencias significativas entre grupos ni en la caída debida al desafío (V_2) ni en la posterior recuperación (V_3 ; $P>0,10$). No obstante, en el grupo LINO, la PL durante la estabilización superó los niveles del pre-desafío ($P<0,05$ para V_1 vs. V_4), lo que probablemente se debiera a la retirada de dos animales de baja producción a partir de las 48-72h tras el desafío, dada la mala respuesta observada.

CONCLUSIÓN

Los patrones de variación de la ingestión y la producción de leche sugieren que la inclusión de aceite de lino (rico en PUFA n-3) en sustitución del aceite de soja (rico en PUFA n-6) en la dieta de ovejas lecheras no mejora su resiliencia ante este tipo de reto inflamatorio de la glándula mamaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Contreras, G.A. *et al.* 2012. J. Dairy Sci. 95: 7137-7150.
- Friggens, N.C. *et al.* 2022. Peer Community J. 2: e38.
- Gonzalo, C. 2018. Span. J. Agric. Res. 15: e05R02.

Agradecimientos: Proyecto PID2023-146979OB-I00 (MCIU/AEI, España y Fondos FEDER) y contrato predoctoral PRE2021-098235 (MCIN/AEI, España y Fondo Social Europeo) de E. Barrio.

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE PUFA n-6 POR PUFA n-3 EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS SOMETIDAS A UN DESAFÍO INFLAMATORIO DE LA GLÁNDULA MAMARIA SOBRE SU RESILIENCIA: 2) PARÁMETROS CLÍNICOS

Barrio*, E., Hervás, G., Toral, P.G., Benavides, J. y Frutos, P.

Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León

*e.barrio@csic.es

INTRODUCCIÓN

Como ya se ha indicado en el primer trabajo, la resiliencia de los animales es un objetivo básico para la ganadería en el escenario actual de inestabilidad (Nonhebel y Kastner, 2011). La respuesta inmunitaria juega un papel determinante en la resiliencia, especialmente frente a desafíos de origen infeccioso, y podría verse afectada por la dieta. Por ejemplo, algunos ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) podrían influir sobre la incidencia y gravedad de la inflamación: esta podría exacerbarse con el consumo de PUFA n-6 y resolverse con el de PUFA n-3 (Contreras *et al.*, 2012; Raphael y Sordillo, 2013). Sin embargo, este proceso es muy complejo y aún existe muy poca información al respecto. En este trabajo, simulamos una mastitis infecciosa en ovejas lecheras mediante la infusión de lipopolisacáridos (LPS) de *Escherichia coli* en la glándula mamaria e investigamos el efecto de la suplementación de la dieta con PUFA n-6 vs. PUFA n-3 sobre la resiliencia de los animales. El estudio se centró en la respuesta en algunos parámetros clínicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veintidós ovejas de raza assaf se distribuyeron en dos tratamientos según la suplementación de la dieta completa que recibían *ad libitum*: SOJA (con un 2% de aceite de soja, rico en PUFA n-6; $n=11$) y LINO (con un 2% de aceite de lino, rico en PUFA n-3; $n=11$). Tras 4 semanas con estas dietas, ambos grupos se sometieron a un desafío inflamatorio mediante la infusión intramamaria de 10 μg de LPS de *E. coli* en cada glándula mamaria (20 μg en total). Se midió la temperatura rectal de las ovejas y se realizó un recuento en sangre de linfocitos, neutrófilos y leucocitos totales antes y después de la infusión de LPS (-24, 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 144 h). Estos datos se sometieron a un análisis de medidas repetidas en el tiempo (SAS v9.4). Además, se recogieron muestras de leche en las 4 semanas pre-desafío, a las horas antes mencionadas (exceptuando las 3h) y hasta 3 semanas post-desafío, para el recuento de células somáticas (CS). Estos datos se analizaron con R (v4.2.1) utilizando un modelo a trozos con 5 parámetros: V_1 (pre-desafío), V_2 (pendiente del desafío, hasta las 12 h post infusión), V_3 y V_4 (recuperación lineal y cuadrática, hasta los 6 días post-desafío), y V_5 (estabilización, hasta las 3 semanas post infusión). Para comparar V_1 y V_5 se usaron contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura rectal fue el único parámetro que mostró diferencias significativas entre tratamientos, con valores más altos en el grupo LINO ($P<0,05$). En ambas dietas, el máximo se alcanzó a las 6 h tras el desafío ($P<0,001$) y a las 24 h ya se habían recuperado los valores previos a la infusión. Los recuentos de leucocitos totales, linfocitos y neutrófilos disminuyeron hasta las 24h tras el reto ($P<0,001$), alcanzándose de nuevo los valores iniciales a las 48 h. Estos cambios responden a los procesos que la infusión de endotoxinas en la glándula mamaria desencadena en las células del sistema inmunitario (Neeland *et al.*, 2016). El recuento de CS aumentó con el desafío, independientemente de la dieta (V_2 ; $P>0,10$), hasta llegar a su valor máximo a las 12h. Aunque la recuperación fue similar en ambos grupos (V_3 y V_4 ; $P>0,10$), las ovejas alimentadas con la dieta LINO tendieron a mantener valores más elevados en la estabilización que antes de la infusión de LPS ($P<0,10$ para V_1 vs. V_5).

CONCLUSIÓN

La suplementación de la dieta con aceites ricos en PUFA n-3 (aceite de lino) en vez de PUFA n-6 (aceite de soja) no mejoraría la resiliencia de las ovejas lecheras ante este tipo de desafío inflamatorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Contreras, G.A. *et al.* 2012. J. Dairy Sci. 95: 7137-7150. • Neeland, M.R. *et al.* 2016. J. Immunol. 197: 2704-2714. • Nonhebel, S. y Kastner, T. 2011. Livest. Sci. 139: 3-10. • Raphael, W. y Sordillo, L.M. 2013. Int. J. Mol. Sci. 14: 21167-21188.

Agradecimientos: Proyecto PID2023-146979OB-I00 (MCIU/AEI, España y Fondos FEDER) y contrato predoctoral PRE2021-098235 (MCIN/AEI, España y Fondo Social Europeo) de E. Barrio.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE POSTBIÓTICOS *IN VITRO* EN DIFERENTES DIETAS SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL

García-Rodríguez*, J., Campo-Celada, M., Menéndez-Miranda, M.,
Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
Carretera AS-267, PK 19; 33300 Villaviciosa, Asturias, España
*jairo.garcia-rodriguez@asturias.org

INTRODUCCIÓN

El uso de postbióticos como aditivos en rumiantes ha demostrado tener efectos sobre la fermentación y el ecosistema ruminal (Izuddin, 2019), así como beneficios sobre la digestibilidad del alimento y el rendimiento productivo de vacas lecheras (Vicente *et al.*, 2024). Uno de los objetivos prioritarios en la nutrición animal es mejorar la eficiencia de utilización del alimento por parte de los rumiantes. En este estudio se evaluaron los efectos *in vitro* de dos postbióticos sobre los principales parámetros de la fermentación ruminal, incluyendo el pH y las concentraciones de N amoniacal y de ácidos grasos volátiles, utilizando sustratos con diferentes proporciones de forraje/concentrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se realizaron dos tandas de incubación *in vitro* con dos réplicas por cada uno de los sustratos (relación forraje/concentrado 80/20, 65/35 y 50/50) y tratamientos (Control, PROBISÁN-RUMINANTS® y PROBISÁN-CAPSA®). Las incubaciones se realizaron de acuerdo con la metodología propuesta por Theodorou *et al.* (1994), utilizando el líquido ruminal de dos vacas lecheras. En cada uno de los botes se añadieron 0,5 g de sustrato, y 2 mg de postbiótico en los botes tratados. Tras 24 horas de incubación se muestreó el líquido de las botellas para medir el pH y determinar las concentraciones de ácidos grasos volátiles mediante HPLC y de nitrógeno amoniacal por el método Kjeldahl tras la alcalinización de las muestras con óxido de magnesio (10%, v/v). Los datos se analizaron mediante modelos mixtos en el software R, estableciendo un nivel de significación de $P < 0,05$. Cuando el análisis de varianza era significativo, las medias se compararon mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH fue significativamente menor en los botes que recibieron el postbiótico PROBISÁN-RUMINANTS en comparación con los otros tratamientos, si bien se mantuvo siempre en valores cercanos a la neutralidad en todos los tratamientos y dietas. No se observaron diferencias en la concentración de nitrógeno amoniacal entre tratamientos ni entre relaciones diferentes de forraje y concentrado. La adición de postbióticos incrementó la concentración de ácido acético en comparación con el Control, independientemente del sustrato empleado. La concentración de ácido propiónico fue mayor ($P < 0,05$) en los botes que recibieron el tratamiento PROBISÁN-RUMINANTS que en los tratamientos Control y PROBISÁN-CAPSA, sin que la relación acético/propiónico se viese afectada por los tratamientos. Por su parte, el uso de ambos postbióticos incrementó la concentración de ácido isovalérico. El resto de ácidos grasos volátiles (butírico, isobutírico y valérico) no se vieron afectados por la adición de los postbióticos estudiados.

CONCLUSIÓN

La suplementación con postbióticos en dietas con diferentes proporciones de forraje y concentrado no parecen tener efectos negativos sobre el pH ni la concentración de N amoniacal *in vitro*. Por su parte, el uso de estos postbióticos produjo distintos efectos sobre las concentraciones de ácidos grasos volátiles, aunque no se vio afectada la relación acetato/propionato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Theodorou, M. K. *et al.* 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197. • Izuddin, W.I. *et al.* 2019. BMC Vet Res. 15: 315. • Vicente, F. *et al.* 2024. Animals. 14: 2359.

Agradecimientos: A Pentabiol S.L. por el suministro de los postbióticos y a CAPSA FOOD por el apoyo a la realización del trabajo financiado por SEKUENS (IDI/2021/000200). Grupo NySA financiado por SEKUENS (IDE/2024/000764) y cofinanciado por FEDER. María Campo-Celada es beneficiaria de una beca de doctorado de la Agencia Española de Investigación (PRE2021-100447) financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por «ESF+».

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MAXIVAL® EN EL CONCENTRADO SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN OVEJAS ALIMENTADAS CON DOS TIPOS DE FORRAJES

Rivelli¹*, I., Sánchez¹, A., Haba², C., Ricaud², J.P., Pondet², M., Greuter², A. y Yáñez-Ruiz¹, D.R.

¹Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Albareda 1, Granada 18008, España;

²IDENA, 21 rue du Moulin 44880 Sautron, Francia

*ines.rivelli@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de rumiantes en España dependen en gran medida del uso de forrajes henoificados, que frecuentemente tienen una digestibilidad baja. Así, a pesar de que el forraje se acompaña de concentrado de alta calidad, la digestibilidad del forraje sigue siendo un factor limitante. Una estrategia para mitigar este problema es la incorporación de aditivos que permitan una mejora en la digestibilidad de la dieta, especialmente de los carbohidratos estructurales del forraje. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de Maxival® en la digestibilidad de la dieta de dos tipos diferentes de forrajes en ovejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 20 ovejas adultas no lactantes de raza segureña que se asignaron aleatoriamente a uno de los cuatro grupos experimentales (n=5): i) heno de avena y concentrado control sin aditivos (HC); ii) heno de avena y concentrado Maxival® (HM); iii) paja y concentrado control sin aditivo (SC); y iv) paja + concentrado Maxival® (SM). En todos los grupos los animales recibieron 750 gramos de concentrado al día en dos tomas iguales y forraje *ad libitum*. El ensayo consistió en 4 semanas con una fase de adaptación a la dieta de 3 semanas, seguido por una fase de medición de digestibilidad (semana 4). Durante las 4 semanas, se registró la ingesta individual de forraje y de concentrado y un día de cada semana se tomaron muestras de contenido ruminal a las 0 y 3 horas por sonda esofágica (Ramos-Morales *et al.*, 2014) para el estudio de la determinación de la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), N amoniacal, pH y la actividad las enzimas amilasa, xilanasas y endoglucanasa. Los resultados se analizaron en Python 3.10.12 utilizando la función `ttest_ind` en el módulo de estadísticas de la biblioteca `scipy`. Los datos se consideraron estadísticamente diferentes con un valor P inferior a 0,05 ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general la fermentación ruminal se vio modificada en la dieta de heno por la adición de Maxival, resultando en una reducción del pH y una mayor concentración de AGV a las 3 horas post-ingesta. En ambas dietas la proporción molar de acetato se vio incrementada a las 3 horas post ingesta. El efecto de la adición de Maxival fue variable sobre la actividad enzimática del rumen. Por un lado, la actividad amilasa se incrementó para los dos tipos de forraje, la actividad de las enzimas xilanasas y endoglucanasa sólo se incrementó para la dieta a base de heno. Durante la fase de digestibilidad, se observaron diferencias significativas ($P < 0,01$) en la cantidad de forraje y concentrado consumido por las ovejas en los tratamientos HC y HM (538 vs. 651 g MS/d de forraje y 701 vs. 749 g MS/d de concentrado). Por otro lado, las ovejas alimentadas con la dieta SC consumieron más concentrado que las del grupo SM (749 vs. 656 g MS/d). La digestibilidad de la FAD fue significativamente mayor para las ovejas en el tratamiento HM que en el HC (60,3 vs. 56,0 %, $P=0,05$). Por otro lado, la digestibilidad de la FND y la FAD fue significativamente mayor en las ovejas del tratamiento SM que en SC (66,1 vs. 62,0 % para FAD y 66,4 vs. 60,8 % para FND; $P < 0,01$).

CONCLUSIÓN

La adición de Maxival® al concentrado promovió cambios en la fermentación ruminal de las ovejas, favoreciendo la actividad de degradación de la celulosa y hemicelulosa, lo que resulta en una mayor digestibilidad de la fibra del forraje. Los resultados pueden variar dependiendo del tipo de forraje empleado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ramos-Morales, E. *et al.* 2014. Anim. Feed Sci. and Technol. 198: 57-66.

Agradecimientos: Estudio financiado por IDENA Animal Nutrition.

EFFECTO DE EXTRACTOS DE AJO Y FITOQUÍMICOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y EMISIONES DE METANO *IN VITRO*

Chekikene¹, A.H., Muñoz-Grein¹, J., Mireaux², M., Yáñez-Ruiz³, D.R. y Belanche^{1*}, A.

¹Departamento Producción Animal y Ciencia Alimentos, Universidad Zaragoza, C/ Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza; ²DELTA VIT, CCPA GROUP, ZA Bois de Teillay, 35150, Janzé, Francia;

³Estación Experimental del Zaidín, CSIC, C/ Profesor Albareda, 1, 18008, Granada

*belanche@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La manipulación de la microbiota ruminal a través de suplementos bio-activos es una de las estrategias más eficaces para mitigar las emisiones de metano de origen entérico, pudiendo ofrecer un doble beneficio tanto para la sostenibilidad ambiental como para la producción ganadera eficiente. Diversos compuestos bio-activos derivados de plantas han demostrado una amplia variedad de propiedades antimicrobianas y se han investigado como posibles moduladores de la fermentación ruminal para disminuir la metanogénesis ruminal. Nuestro experimento se centró en investigar los efectos *in vitro* de la suplementación de dietas típicas de vacas lecheras con cinco aditivos naturales consistentes en dos extractos de ajo (GE1 y GE2), mezcla de ajo con eugenol y polifenoles (GEM), cinamaldehído (CIN), y extractos bio-activos de orégano (ORE), así como bromoetanosulfonato (BES) como control positivo, sobre la fermentación ruminal y la producción de metano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una incubación de tipo dosis-respuesta con 5 concentraciones de cada aditivo (0; 0,25; 0,5; 1 y 2 g/L) y BES (0; 0,5; 1; 2 y 4 mg/L) en un sistema *in vitro* de cultivos no renovados. Se utilizaron inóculos de 4 bovinos que se incubaron en botellas Wheaton durante 24h a 39°C junto al sustrato (60% forraje y 40% de concentrado). Se realizaron mediciones de producción gas y metano (CH₄) a las 3, 10 y 24h, y se describió la fermentación en términos de pH, amonio y ácidos grasos volátiles (AGV) a las 24h. Los datos fueron analizados mediante ANOVA para cada aditivo y se evaluaron los efectos lineales y cuadráticos mediante contrastes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos de ajo (GE1 y GE2), cuyo principal compuesto activo es el disulfuro de dialilo, mostraron una disminución lineal en las emisiones de CH₄ (hasta 57% y 24%, respectivamente) sin alterar la producción de gas, ni la concentración de amonio y AGV. GE2 resultó menos efectivo y sólo la dosis alta redujo las emisiones de CH₄ e incrementó los niveles de butirato. GEM promovió una reducción lineal de la producción de CH₄ (hasta el 42%), manteniendo estable la concentración de amonio y AGV, pero deprimiendo la producción de gas (-10%). La suplementación con CIN a dosis altas (>0,5 g/L) inhibió sustancialmente la fermentación en términos de producción de gas (hasta -70%), concentración de AGV totales (-62%), y las emisiones de CH₄ (-98%). De forma similar, la suplementación con dosis altas de ORE (>0,5 g/L) también inhibió la producción de gas (hasta -82%), AGV (-63%) y CH₄ (-96%). Por el contrario, las dosis bajas de CIN y ORE no tuvieron efectos significativos sobre la fermentación ruminal. Finalmente, la suplementación con BES como control positivo inhibió la metanogénesis ruminal (hasta -75%), sin alterar la concentración de AGV ni sus proporciones molares y reduciendo ligeramente la producción de gas (-18%).

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que el extracto de ajo GE1, y en menor medida el GE2, son aditivos prometedores para reducir las emisiones de CH₄ sin comprometer significativamente la fermentación ruminal. La combinación de GE1 con eugenol y polifenoles permitió obtener resultados similares reduciendo la dosis del extracto de ajo. La suplementación con CIN y ORE a dosis altas también redujeron significativamente la metanogénesis ruminal, si bien ello acarreo una inhibición de la fermentación. Ello indica que estos fitoquímicos poseen un estrecho margen de concentraciones para alcanzar los efectos deseados.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por DELTA VIT, Grupo CCPA (Francia), la Agencia Estatal de Investigación (contrato Ramón y Cajal RYC2019-027764-I, proyecto y contrato FPI PID2021-123 206OB-100) y beca del Master en Nutrición Animal del IAMZ-CIHEAM.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE POSTBIÓTICOS EN LA DIETA DE VACUNO LECHERO SOBRE LA EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO

Campo-Celada*, M., García-Rodríguez, J., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Carretera AS-267, PK 19; 33300 Villaviciosa, Asturias, España

*maria.campocelada@asturias.org

INTRODUCCIÓN

Los postbióticos pueden mejorar la fermentación ruminal porque inducen un aumento de la digestión de la fibra *in vitro* (Izuddin *et al.*, 2018) e *in vivo* (Vicente *et al.*, 2024). Se ha sugerido que la cantidad absoluta de CH₄ producida en una dieta aumenta proporcionalmente con la cantidad de fibra digerida (Løvendahl *et al.*, 2018). Sin embargo, un aumento de la digestión de la fibra también puede estar asociado a una menor síntesis de CH₄ (Terranova *et al.*, 2024). Basado en estos resultados, se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la adición de postbióticos a la ración de vacas lecheras con el fin de reducir la emisión de metano entérico.

MATERIAL Y MÉTODOS

En doce vacas frisonas se evaluaron los efectos de la adición de dos postbióticos sobre las emisiones de metano entérico desde un mes antes del parto hasta los dos meses de lactación. El ensayo fue realizado de acuerdo al RD 53/2013 (PROAE 18/2022). Los animales fueron asignados al azar 45 días antes del parto a: 1) Control (C; n=4), 2) PROBISÁN-CAPSA® (PC; n=4) y 3) PROBISÁN-RUMINANTS® (PR; n=4). La suplementación fue de 8 g/d antes del parto y de 15 g/d tras el parto en ambos postbióticos. La alimentación fue *ad libitum* con una ración con una relación F/C de 60/40 antes del parto y 50/50 en el postparto. Durante el ensayo se registró diariamente la ingestión individual de alimento, así como la producción de leche durante la lactación. El CH₄ exhalado fue medido mediante la aspiración de aire en el dispensador de concentrado del robot de ordeño con un detector de CH₄ (DEGA NSM-IL 100 II, DEGA CZ s.r.o. República Checa) dos veces al día durante la suplementación de pienso antes del parto y durante los ordeños en la lactación. El volumen de gas emitido fue extrapolado a la emisión por día. Los datos se analizaron con R como un diseño completamente aleatorizado con medidas repetidas mediante modelos mixtos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emisión media de CH₄ fue de 221 L/día o 157 g/día, dentro del rango establecido por la bibliografía (Hristov *et al.*, 2022), y sin diferencias entre periodos ni entre tratamientos. Cuando se refiere la emisión de metano a los kg de materia seca ingerida o kg de leche producida al día, tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos; si bien, en el postparto, los animales suplementados con ambos postbióticos emitieron 2 L menos de metano por kg de materia seca ingerida y un litro menos por kg de leche producida que los animales sin suplementar. Esta reducción numérica en las emisiones de metano ruminal, aunque estadísticamente no significativa, resulta en una importante reducción en el volumen total de emisiones de metano. Considerando que la ingestión media fue de 18,77 kg MS/día, las emisiones de metano ruminal con el tratamiento control fue un 14,44 % mayor que la media de ambos tratamientos suplementados con los postbióticos.

CONCLUSIÓN

Las emisiones de metano entérico fueron inferiores numéricamente en ambos tratamientos suplementados con postbióticos que en la dieta control sin suplementar. Así pues, los resultados del presente estudio sugieren que la suplementación postbiótica al final de la gestación y principio de la lactación podría ser una estrategia eficaz para reducir las emisiones de metano en el vacuno lechero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hristov *et al.* 2022. J Dairy Sci. 105: 8543-8557.
- Izuddin *et al.* 2018. Rev. Bras. Zootecn. 47: e20170255.
- Løvendahl *et al.* 2018. Animal. 12: s336-s349.
- Terranova *et al.* 2024. Anim. Feed Sci. Technol. 307: 115834.
- Vicente *et al.* 2024. Animals. 14: 2359.

Agradecimientos: A Pentabiol S.L. por el suministro de los postbióticos y a CAPSA FOOD por el apoyo a la realización del trabajo financiado por SEKUENS (IDI/2021/000200). Grupo NySA financiado por SEKUENS (IDE/2024/000764) y cofinanciado por FEDER. María Campo-Celada es beneficiaria de una beca de doctorado de la Agencia Española de Investigación (PRE2021-100447) financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por «ESF+».

PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE GAS Y METANO DE DIETAS DE VACUNO LECHERO SUPLEMENTADAS CON POSTBIÓTICOS

Campo-Celada*, M., García-Rodríguez, J., Menéndez-Miranda, M.,
Rodríguez-Madrera, R., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Carretera AS-267, PK 19; 33300 Villaviciosa, Asturias, España

*maria.campocelada@asturias.org

INTRODUCCIÓN

La reducción de la huella de carbono en la producción ganadera es un objetivo crítico en el contexto del cambio climático. Uno de los enfoques principales es la mitigación de la síntesis de metano entérico en rumiantes, ya que este gas representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (Scoones, 2023). En este estudio se evaluó el efecto de dos postbióticos sobre la producción de gas total y la síntesis de metano mediante ensayos *in vitro* con diferentes proporciones de forraje/concentrado en la dieta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron incubaciones *in vitro* para evaluar tres tratamientos (Control, PROBISÁN-CAPSA® y PROBISÁN-RUMINANTS®) en tres sustratos con relaciones de forraje/concentrado de 80/20, 65/35 y 50/50. Las incubaciones se realizaron de acuerdo con la metodología propuesta por Theodorou *et al.* (1994), utilizando como inóculo el líquido ruminal de dos vacas que constituyeron la unidad experimental. Se realizaron dos tandas de incubación en anaerobiosis a 39 °C en frascos Wheaton con dos réplicas de cada relación forraje/concentrado y postbiótico y con cuatro blancos de inóculo sin sustrato ni aditivo para corregir los resultados por la producción de gas del medio. La producción de gas se midió a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas de incubación utilizando un manómetro digital. El metano se cuantificó mediante cromatografía de gases-masas en muestras de gas tomadas en el espacio de cabeza de los frascos a las 6 y 24 horas de incubación. Los datos se analizaron mediante modelos mixtos en el software R, estableciendo un nivel de significación de $P < 0,05$. Cuando el análisis de varianza era significativo, las medias se compararon mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de ambos postbióticos redujo significativamente la producción de gas en comparación con el tratamiento Control en todas las relaciones forraje/concentrado, siendo más efectiva la reducción con PROBISÁN-RUMINANTS, especialmente en dietas más concentradas (65/35 y 50/50). A partir de las 24 horas de incubación, PROBISÁN-CAPSA generó más gas que PROBISÁN-RUMINANTS, pero ambos menos que el Control. La síntesis de metano fue menor en las raciones con mayor proporción de forraje (80/20) coincidiendo con otros estudios (Na *et al.*, 2017). A las 6 horas PROBISÁN-RUMINANTS redujo el metano un 17% y PROBISÁN-CAPSA un 9% respecto al Control. A las 24 horas la reducción de metano fue del 6% con PROBISÁN-RUMINANTS respecto al Control y al otro postbiótico, que tuvieron medias similares. Aunque no hubo diferencias significativas en la síntesis de metano en los postbióticos entre sí, numéricamente PROBISÁN-RUMINANTS mostró una mayor reducción en comparación con el Control y PROBISÁN-CAPSA.

CONCLUSIÓN

La inclusión de postbióticos PROBISÁN-RUMINANTS y PROBISÁN-CAPSA en las dietas de rumiantes puede ser una estrategia prometedora para reducir la producción de gas y la síntesis de metano en el rumen. PROBISÁN-RUMINANTS mostró una mayor eficacia en la mitigación de emisiones, particularmente en dietas con una alta proporción de concentrado. Estos resultados respaldan su potencial aplicación en sistemas ganaderos sostenibles y de bajo impacto ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Na *et al.* 2017. Asian-Australas J. Anim. Sci. 30: 967. • Scoones. 2023. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change. 14: e790. • Theodorou *et al.* 1994. Anim. Feed Sci. Technol., 48: 185-197.

Agradecimientos: A Pentabiol S.L. por el suministro de los postbióticos y a CAPSA FOOD por el apoyo a la realización del trabajo financiado por SEKUENS (IDI/2021/000200). Grupo NySA financiado por SEKUENS (IDE/2024/000764) y cofinanciado por FEDER. María Campo-Celada es beneficiaria de una beca de doctorado de la Agencia Española de Investigación (PRE2021-100447) financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por «ESF+».

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE PIENSO PRESTARTER CON UN CONCENTRADO FIBROSO INSOLUBLE CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS LECHONES DE 23-44D

Rybicka¹, A., Vizcaíno², E. y Medel^{1*}, P.

¹Av. Leonardo Da Vinci, 8. 28906 Getafe, Madrid, INNOVABIOTICS, S.L.;

²C/Real Alta sn. 40220 Olombrada, Segovia, FERRERO NUTRICIÓN, S.L.

*pmedel@innovabiotics.eu

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de fibra insoluble (FI) en las dietas de lechones a edades tempranas ayudan a mantener la productividad (Chen *et al.*, 2019; Slama *et al.*, 2020) y controlar la diarrea post destete (Kim *et al.*, 2008). Los oligosacáridos destacan por alta actividad prebiótica sin ejercer un impacto negativo sobre la viscosidad intestinal, además de proporcionar sustrato para el crecimiento selectivo de microbiota beneficiosa (Schokker *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio fue comparar el uso de un concentrado fibroso con actividad sinérgica entre FI y fuentes con naturaleza prebiótica (fructooligosacáridos) con otros concentrados lignocelulósicos, sobre la productividad y el estado sanitario en la fase prestarter.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 720 lechones (Hypor x Pig 406) machos y hembras, destetados a 25 ± 1 días con $6,1 \pm 1,3$ kg se distribuyeron en 3 tratamientos basados en una dieta prestarter común, administrada durante 15d, en gránulo de Ø2 mm, exenta de dosis farmacológicas de óxido de zinc con 2,430 kcal/kg de energía neta, 17,2% de proteína bruta y 1,08% de lisina digestible ileal estandarizada y 10,7% de fibra neutro detergente, que difirió en las características de las fuentes de fibra suplementadas al 1,5%: i) fibra insoluble y no fermentable, ii) fibra insoluble y parcialmente fermentable, y iii) LF: fibra insoluble y prebiótica, dando lugar a las dietas A, V y LF, respectivamente. La unidad experimental fue el box con 20 animales y 12 réplicas por tratamiento. Los controles productivos incluyeron el pesaje grupal de animales y del pienso, para calcular la ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión (IC) por réplica. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (IBM SPSS, versión 26), el modelo incluyó el tratamiento y el peso inicial como co-variable, los datos se presentan como LSMEANS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el experimento, la incidencia de diarrea fue mínima y no estuvo relacionada con el tratamiento, mostrando las heces un contenido en humedad de un 70,9, 71,5 y 70,7% para A, V y LF, respectivamente ($P=0,684$). Los animales alimentados con LF tendieron a mostrar un IC 5,3% mejor que los alimentados con A ($P=0,057$), y un 4,7% que V ($P=0,093$) (1,322, 1,396 y 1,387 g/g para los tratamientos LF, A y V, respectivamente). No hubo diferencias para CMD (305, 293 y 303 g/d; para A, LF y V, respectivamente; $P=0,803$) o GMD (220, 221 y 219 g/d para A, LF y V, respectivamente; $P=0,991$). Estos datos sugieren efectos sinérgicos derivados de la combinación de fuentes insolubles y prebióticas que pueden deberse a mejoras en las poblaciones bacterianas (Molist *et al.*, 2009), o mejor digestibilidad de la proteína bruta (Rybicka *et al.*, 2024), lo que mejora el IC.

CONCLUSIÓN

La formulación de las dietas prestarter sin dosis farmacológicas de óxido de zinc con 1,5% de concentrado fibroso insoluble con actividad prebiótica tendió a proporcionar ventajas en el IC en comparación con otros concentrados fibrosos insolubles a la misma dosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, T. *et al.* 2019. Anim. Feed Sci. Tech. 260: 1-10.
- Kim, J.C. *et al.* 2008. Br. J. Nutr. 99: 1217-1225.
- Molist, F. *et al.* 2009. Anim. Feed Sci. Technol. 189: 1-10.
- Rybicka, A. *et al.* 2024. Animals 14: 2612.
- Schokker, D. *et al.* 2018. J. Anim. Sci. 96: 2139-2153.
- Slama, J. *et al.* 2020. Arch. Anim. Nutr. 28: 1-17.

Agradecimientos: Esta investigación en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid ha sido financiada con el proyecto IND2019/BIO-17208 de la Comunidad Autónoma de Madrid.

EVALUACIÓN DE LA PREFERENCIA ALIMENTARIA EN LECHONES A PARTIR DE 15 DÍAS POST-DESTETE: EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PROCESADO Y FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO

Tej^{1,2*}, O., Leskovec², J., Güell Saperas¹, M.C., Ferrando Cogollos¹, M.M. y Torrallardona², D.

¹Universitat Rovira i Virgili, Facultad de Química, Departament d'Enginyeria Química, Tarragona;

²Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Nutrición Animal, Más Bové, Constantí

*Oussama.tej@irta.cat

INTRODUCCIÓN

En lechones, la calidad física del pienso, influenciada por su proceso y temperatura de fabricación, así como su forma de presentación, puede afectar su palatabilidad (Zijlstra *et al.*, 2009). En este estudio se evaluaron diferentes presentaciones y temperaturas de procesado de pienso en lechones a partir de los 15 días post-destete mediante ensayos de preferencia de doble elección.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 144 lechones (Pietrain × (Large White × Landrace); destete 28 d edad; $8,34 \pm 0,87$ kg PV), fueron utilizados en las pruebas de preferencia. El estudio se realizó en cinco períodos experimentales de 2 días cada uno, bajo un diseño de bloques completos aleatorizados. En cada período, se evaluaron 3 tratamientos mediante ensayos de doble-elección (Solà-Oriol *et al.*, 2008) para analizar la preferencia de los lechones por diferentes tipos de pienso. Se realizaron 4 comparaciones por período: entre los 3 tratamientos y una comparación de control de uno de los tratamientos consigo mismo. Se realizaron las siguientes comparaciones: (Período-1) pienso granulado a 55, 70, o 85 °C; (Período-2) pienso extrusionado a 105, 120 o 140 °C; (Período-3) mezcla de pienso en harina con partículas de maíz extrusionado (105, 120 o 140 °C) añadidas como partículas lúdicas; (Período-4) mezcla de pienso en harina con partículas de arroz extrusionado (105, 120 o 140 °C); y (Período-5) el mejor pienso granulado del período 1 comparado con el mejor de cada período anterior, junto con una mezcla del mismo granulado con un 10% del mejor extrusionado. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento GLM del sistema SAS[®] V.9.3 (SAS Institute, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se calculó el porcentaje de preferencia de cada pienso dividiendo la desaparición de cada tipo de pienso por la desaparición total. En el primer período, no se vio un efecto concluyente de la temperatura de granulación sobre la preferencia, por lo que se continuó la prueba con el granulado a 70°C. En el segundo período, el pienso extrusionado a 120°C mostró una preferencia significativa frente al extrusionado a 140°C (76% vs. 24%, $P < 0,05$) y al extrusionado a 105°C (81% vs. 19%, $P < 0,05$). En el tercer y cuarto período, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$). En el quinto período, el granulado a 70°C presentó una preferencia superior al 87% en comparación con las mezclas de harina-maíz y harina-arroz ($P < 0,05$). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el granulado a 70°C, el extrusionado a 120°C y la mezcla de granulado 70°C con extrusionado a 120°C ($P > 0,05$). Estos resultados podrían explicarse por la textura consistente, la facilidad de ingestión y la distribución uniforme de nutrientes en los piensos granulados y extrusionados, en comparación con el pienso en harina.

CONCLUSIÓN

Los lechones prefieren piensos granulados y extrusionados a piensos en harina. La preferencia no varía con la inclusión de maíz o arroz extrusionados como partículas lúdicas. Aunque no se observaron diferencias significativas en preferencia en los piensos granulados, en los extrusionados sí se encontraron diferencias, sugiriendo que altas o bajas temperaturas de extrusión disminuyen la palatabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• SAS Institute. SAS Inst. Inc.: Cary, NC, USA, 2017. • Solà-Oriol, D. *et al.* 2008. J. Anim. Sci. 87(2): 562-570. • Zijlstra, R.T. *et al.* 2009. In Voluntary feed intake in pigs, pp: 277-287: Wageningen Acad. Publ. Wageningen.

Agradecimientos: O. Tej agradece a la URV y a IRTA por otorgar una beca de investigación Martí Franqués (2023PMF-PIPF-47) y a los investigadores y personal de laboratorio de IRTA.

EFFECTO DE PROCESADO TECNOLÓGICO Y LA PRESENTACIÓN DEL PIENSO SOBRE EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN LECHONES EN EL POST-DESTETE

Suppi^{1*}, J., Tej², O., Llauredó-Calero¹, E., Leskovec², J., Torrallardona², D. y Solà-Oriol¹, D.

¹SNiBA, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, UAB, 08193 Bellaterra, España;

²IRTA, Nutrición Animal, Mas Bové, 43120 Constantí, España

*julia.suppi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El inicio del consumo después del destete sigue siendo un reto, con una prevalencia de lechones que no han iniciado el consumo al 3er día post-destete (PD) del 25%. Este periodo de ayuno puede afectar la salud intestinal y los rendimientos productivos (Suppi *et al.*, 2025). Una estrategia para incentivar el consumo es aumentar el diámetro del gránulo, imitando el alimento natural y así hacerlo más atractivo (Edge *et al.*, 2005). El objetivo de este estudio es evaluar el impacto del procesado tecnológico (granulación o extrusión) y la presentación (Ø pequeño vs. Ø grande) sobre el consumo de pienso en lechones durante los primeros días del periodo PD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron un total de 160 lechones [Pietrain x (Large White x Landrace)] provenientes de 20 cerdas (sexos mezclados). Durante la lactación, se le asignó aleatoriamente a cada camada uno de los cuatro tratamientos: T1 (granulo Ø 3 mm), T2 (granulo Ø 5 mm), T3 (extrusionado Ø 4 mm) y T4 (extrusionado Ø 9 mm). La formulación de la dieta fue idéntica entre tratamientos (PC = 16,9%, EE = 4,8%, Lactosa = 7,7%, EN = 2423 kcal/kg, Lys SID = 1,2 g/kg). Para determinar el consumo de pienso, se administró pienso teñido con colorante alimentario durante los últimos 11 días de lactación hasta el día 11 PD. El colorante, indigerido, permitió identificar el consumo mediante hisopos rectales. La evaluación se hizo los tres días previos y posteriores al destete. Según el consumo en lactancia, cada camada se dividió en dos corrales de 4 lechones, separando consumidores de no consumidores. Los lechones se pesaron a día 15 de vida, al destete ($\pm$ día 26), y a los 4 y 11 días PD. El consumo de pienso se midió los días 4 y 11 PD. El análisis estadístico se realizó utilizando un diseño factorial 2x2x2, evaluando el efecto del tamaño del gránulo, el procesado tecnológico y el hecho de ser consumidor o no antes del destete, y sus posibles interacciones. Se consideró el corral como unidad experimental, evaluando la proporción de consumidores por corral y día. Se incluyeron como covariables el tipo de corral (consumidores o no consumidores) y la edad al destete, utilizando un modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa. El consumo de alimento y el peso se analizaron mediante un modelo lineal y ANOVA. Todos los análisis se realizaron con el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A día 1 PD, la prevalencia de consumidores fue superior con granulado que con extrusionado (64% vs. 44%, $P=0,024$), y en lechones consumidores de lactación (63% vs. 44%; $P=0,025$). A día 2 PD, el tamaño y procesado influyeron en el consumo observándose una mayor prevalencia en el extrusionado grande respecto al pequeño (T4: 50% vs. T3: 18%; $P=0,032$). Sin embargo, el granulado pequeño presento una mayor prevalencia que el extrusionado pequeño (T1: 81% vs. T3: 18%; $P<0,001$) y al granulado grande (T2: 46%; $P=0,078$). Además, ser consumidor en lactación favoreció el consumo (66% vs. 31%; $P=0,002$). A día 3 PD, no se observaron efectos del tamaño, procesado ni consumo previo ($P>0,05$). No se observaron diferencias en el PV, (a destete, día 4 o día 11 PD) de acuerdo con el tamaño, procesado del pienso o categoría de destete ($P>0,05$). Tampoco se observaron diferencias en el consumo acumulado ($P>0,05$).

CONCLUSIÓN

Tanto el tamaño del gránulo como el proceso tecnológico del pienso afectan el patrón de consumo PD, siendo los piensos granulados los que favorecen un mayor consumo en comparación con el extrusionado. Además, los lechones consumidores durante la lactación tienen una mayor probabilidad de continuar consumiendo después del destete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Suppi, J. *et al.* 2025. ¿Existe una relación entre el consumo peri-destete y la inflamación intestinal precoz? [Presentación Oral]. Pág. 20-21. XXVII Jornadas de Porcino de la UAB y la AVPC, Bellaterra, España
- Edge, H.L. *et al.* 2005. The effect of pellet diameter on the performance of young piglets. *Livest. Prod. Sci.* 97: 203-209.

EFFECTO DEL PROCESADO TECNOLÓGICO Y PRESENTACIÓN DEL CREEP-FEED SOBRE EL CONSUMO DEL LECHÓN LACTANTE

Suppi^{1*}, J., Tej², O., Llauredó-Calero¹, E., Leskovec², J., Torrallardona², D. y Solà-Oriol¹, D.

¹SNiBA, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, UAB, 08193 Bellaterra, España;

²IRTA, Nutrición Animal, Mas Bové, 43120 Constantí, España

*julia.suppi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El creep-feed (CF) es una estrategia alimentaria durante la lactación en la que se ofrece a los lechones el pienso que consumirán al inicio de la transición. El CF busca familiarizar al lechón con el pienso post-destete, incitando su consumo y evitando la inanición típica de este período, que puede afectar su salud intestinal y crecimiento (Kelly y Mccracken, 1990). Sin embargo, solo un pequeño porcentaje de lechones consume CF, ya sea debido a la disponibilidad de leche o a que no resulta suficientemente atractivo. El objetivo de este estudio es comparar cómo el procesado tecnológico (granulación o extrusión) y la presentación (Ø pequeño vs. Ø grande) del pienso CF influye en su inicio al consumo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio se han utilizado un total de 20 cerdas con sus respectivas camadas. Las camadas fueron igualadas a 10 lechones, y la edad media de destete fue de $25,6 \pm 1,88$ días. A los 15 días de vida, las camadas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los siguientes tratamientos: T1 (granulo Ø 3 mm), T2 (granulo Ø 5 mm), T3 (extrusión Ø 4 mm), y T4 (extrusión Ø 9 mm), con 5 cerdas por tratamiento. El CF se cambió diariamente y se calculó su desaparición total por período. Las cuatro dietas se basaron en la misma fórmula (proteína = 16,9%, extracto etéreo = 4,8%, lactosa = 7,7%, energía neta = 2423 kcal/kg, lisina digestible ileal estandarizada = 1,2 g/kg) siendo la única diferencia la presentación del pienso. La evaluación del consumo de los lechones consistió en teñir el pienso con un colorante azul (Indigo Carmine), detectable en las heces mediante isopos rectales. Se evaluó a cada lechón individualmente a los 21 días y en los tres días previos al destete (días -3, -2, -1). Los lechones se pesaron al nacer, a los 15 y 21 días, y al destete. El análisis estadístico se realizó con el software R, considerando como unidad experimental la cerda. La proporción de consumidores por cerda se analizó mediante un diseño factorial 2x2, evaluando el efecto del tamaño (Ø grande o pequeño), el procesado tecnológico (granulado o extrusionado) y su interacción, utilizando un modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa. Los datos productivos se analizaron como medias por cerda mediante un modelo lineal, incluyendo la edad al destete como covariable. La producción de leche se calculó según Trost *et al.* (2022) como (peso destete - peso nacimiento) x 4.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto al día 21 de vida como tres días antes del destete, no se observaron diferencias en las prevalencias de consumo. Sin embargo, dos días antes del destete, se detectó una interacción significativa en el modelo ($P=0,003$), donde dentro de un tamaño de presentación pequeño, el granulado aumentó la prevalencia de consumo (T1: 57% vs. T3: 22%), y dentro de los granulados, un menor tamaño también la incrementó (T1: 57% vs. T2: 25%; $P=0,013$). Un día antes del destete, las diferencias desaparecieron ($P>0,05$). En cuanto a la desaparición total de pienso, se observó un mayor consumo para el granulado pequeño respecto al grande (T1: 220,2 g/camada vs. T2: 79,4 g/camada; $P=0,005$), mientras que el extrusionado pequeño aumentó la desaparición de pienso respecto al granulado grande (T3: 180 g/camada vs. T2: 79,4 g/camada; $P=0,047$). No se observaron diferencias en el crecimiento medio diario de las camadas ni en la producción estimada de leche de las cerdas entre tratamientos ($P>0,05$).

CONCLUSIÓN

Ofrecer un gránulo de menor tamaño favorece un mayor consumo de CF durante la lactación en comparación con un gránulo grande o un extrusionado grande, ya que mejora tanto la prevalencia de consumidores como la desaparición de CF. Por otro lado, el extrusionado grande presenta una desaparición de CF similar a la del granulo pequeño, pero no aumenta la prevalencia de consumidores totales por camada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kelly, D. y Mccracken, J. 1990. Effect of creep feeding on structural and functional changes of the gut of early weaned pigs. *Res. Vet. Sci.* 48(3): 350-356.
- Trost, L. *et al.* 2022. Development of a new grading system to assess the foster performance of lactating sows. *Animal*, 16(11): 100655.

EFFECTOS *IN VITRO* DE ADITIVOS NATURALES SOBRE LA FERMENTACIÓN CECAL EN LECHONES DESTETADOS

Muñoz-Grein, J., Chekikene, A.H., Fondevila, M., Latorre, M.A. y Belanche*, A.

Depto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos,
Universidad de Zaragoza, C/ Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza

*belanche@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El destete en lechones representa una etapa crítica con cambios morfológicos, microbiológicos y funcionales en el intestino que afectan a la absorción de nutrientes, reducen el peso corporal y aumentan la prevalencia de trastornos digestivos, causando pérdidas económicas al productor. Tradicionalmente esta problemática era controlada mediante la administración de antibióticos u óxido de zinc, que están en desuso en la actualidad. En este estudio *in vitro* se hipotetizó que la suplementación con diferentes tipos de aditivos naturales podría mejorar la fermentación cecal en lechones durante la fase de post-destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio evaluó la suplementación dietética con 12 aditivos naturales y comercialmente disponibles en dosificaciones de 0, 100, 300 y 600 mg/L. Dichos aditivos fueron 1) taninos de castaño y quebracho, 2) saponinas de yuca, quillaja y avena, 3) probióticos, *Saccharomyces cerevisiae*, 4) prebióticos (pectina), 5) mezcla de aceites esenciales (eugenol, timol y piperina), 6) extracto de cilantro y *Capsicum frutescens*, 7) mezcla de extractos de *Scutellaria baicalensis*, cúrcuma y té verde, 8) extracto de ajo, 9) ácidos grasos (AG) de cadena media (ácido láurico), 10) AG de cadena larga (aceite de hígado de fletán), 11) oleínas ricas en AG insaturados y 12) oleínas ricas en AG saturados. El inóculo de contenido fecal fue obtenido de 15 lechones en la fase de post-destete y el alimento incubado fue sometido a una digestión enzimática previa con HCl, pepsina y pancreatina para simular la digestión. Se realizaron incubaciones *in vitro* en botellas Wheaton durante 20 h a 39 °C con 4 réplicas experimentales para estudiar el efecto sobre la fermentación cecal en términos de pH, amoníaco y ácidos grasos volátiles (AGV), producción de gas y metano. Los resultados de las distintas dosis de cada aditivo se compararon mediante ANOVA, y en cada caso se evaluaron los efectos lineales y cuadráticos mediante contrastes polinomiales utilizando el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación con cantidades crecientes de taninos mostró una disminución lineal en los niveles de amoníaco, AGV ramificados, y propionato, sugiriendo una inhibición de la proteólisis. La suplementación con saponinas en dosis crecientes fomentó una mayor fermentación cecal originando un incremento lineal de la producción total de gas hasta del 6% y una reducción del pH, sin modificar el perfil de fermentación cecal. De forma similar, la suplementación con probióticos o prebióticos incrementó linealmente la fermentación en términos de producción de gas hasta en un 6% y 11%, respectivamente, y de metano (en 25% y 33%), y redujeron el pH pero sin modificar el perfil de AGV. Las cuatro mezclas de aceites esenciales tuvieron escasos efectos sobre la fermentación cecal, si bien en su mayoría tendieron a aumentar de forma lineal la producción de gas. La suplementación con los extractos de plantas (tratamientos 5, 6, 7 y 8) disminuyeron el pH cecal y estimularon la producción de gas en 11, 1, 5 y 5%, respectivamente. Además, los extractos de plantas 7 y 8 estimularon ligeramente los AGV totales en un 14 y 15%, respectivamente. Los lípidos de diferente longitud de cadena y grado de saturación no tuvieron efectos significativos sobre la fermentación cecal.

CONCLUSIÓN

Modular la fermentación microbiana del ciego en lechones durante el período de post-destete representa un desafío significativo mediante el uso de aditivos nutricionales comercialmente disponibles. Los resultados de este estudio *in vitro* sugieren que la suplementación con ciertos extractos de plantas (e.g. saponinas, probióticos y prebióticos) pueden estimular la fermentación cecal, lo que podría acarrear posibles beneficios sobre la salud e índices productivos. No obstante, estos hallazgos requieren futuros estudios *in vivo* para validar esta hipótesis.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación (contrato Ramón y Cajal RYC2019-027764-I, proyecto y contrato FPI PID2021-123206OB-I00) y una beca IAMZ-CIHEAM.

EFFECTO DE *ASPARAGOPSIS ARMATA* SOBRE EL PERFIL DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO*

Nassrani¹, J., Garrido¹, L., Siurana¹, A., Santamaría², J., Golo², R. y Castillejos^{1*}, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI^{BA}), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España;

²Algabrava, 08005 Barcelona, España

*lorena.castillejos@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Las emisiones de metano (CH₄), producidas durante la fermentación ruminal del ganado vacuno son una fuente importante de gases de efecto invernadero. Este gas, generado por microorganismos metanógenos que usan hidrógeno y dióxido de carbono como sustratos, representa una pérdida energética para el animal, reduciendo su eficiencia alimenticia. La suplementación con *Asparagopsis armata*, macroalga rica en bromoformo con propiedades antimetanogénicas, se presenta como una estrategia prometedora para disminuir la producción de CH₄ sin alterar la fermentación ruminal. Este estudio evalúa el potencial de *A. armata* para reducir emisiones de CH₄ y su impacto sobre el perfil de fermentación ruminal *in vitro* en diferentes dietas de rumiantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos ensayos *in vitro* con líquido ruminal (LR) de vaca lechera y de ternero de engorde, utilizando dos raciones diferentes: dieta alta en forraje (60:40, F) y alta en concentrado (90:10, C). Se incubaron las dietas con cuatro niveles de inclusión de *A. armata* (Control: 0%, 0,3%, 0,6%, 1,2% y 2,4% MO). Tras 24 horas, se determinó la producción de CH₄ (mg/g de MO) en dos réplicas y la producción total de gas (PTG, mL/g de MO), ácidos grasos volátiles (AGV, mM) y ratio acetato: propionato (A:P) en tres réplicas. Los datos se analizaron con un modelo lineal mixto considerando como factores fijos la dieta, la dosis de *A. armata* y su interacción (SAS, versión 9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una reducción significativa ($P < 0,001$) y dependiente de la dosis en la producción de CH₄ en ambos LR y dietas. En el LR de vaca, la producción de CH₄ disminuyó con la dosis 0,6% un 59,2% en la dieta F, un 62,5% en la dieta C y un 100% con la dosis 1,2 y 2,4% en ambas dietas; mientras que, en LR de ternero, se observó una reducción significativa y casi total al utilizar la dosis 1,2% con la dieta C y la dosis 2,4% con la dieta F. No se observaron efectos significativos en la producción de gas en ninguna de las dietas en el LR de vaca. Sin embargo, en el LR de ternero la producción de gas disminuyó dependiendo de la dosis ($P < 0,001$), un 11,4% con la dosis 1,2% en la dieta C y un 29,9% con la dosis 2,4% en la dieta F. De nuevo, no observamos efectos significativos en la producción de AGV en el LR de vaca en ninguna de las dietas. Sin embargo, en el LR de ternero se observaron reducciones significativas y dependientes de la dosis, con una disminución del 8,54% con una dosis de 1,2% en la dieta C y del 7,46% con una dosis de 2,4% en la dieta F. Estos resultados coinciden con Kinley *et al.* (2019), donde se observó una reducción de la concentración total de AGV utilizando 2% OM de *A. taxiformis*. En cuanto a la ratio A:P, se observaron efectos significativos ($P < 0,001$) y dependientes de la dosis. En LR de vaca, la ratio A:P se redujo significativamente un 35,8% a partir de la dosis 0,6% en la dieta C y un 32% con la dosis 1,2% en la dieta F. Reducciones similares se observaron en LR de ternero, disminuyendo un 20%, a partir de la dosis 1,2% en la dieta C y un 23% con la dosis 2,4% en la dieta F. Estos hallazgos resaltan el impacto del bromoformo de *A. armata* sobre los microorganismos metanógenos, promoviendo la redirección del hidrógeno hacia la producción de propionato.

CONCLUSIÓN

La adición de 0,6% de *Asparagopsis armata* redujo en más de un 50% la producción de metano en líquido ruminal de vaca utilizando diferentes dietas, altas en forraje y altas en concentrado, sin modificar la producción total de gas ni de ácidos grasos volátiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Kinley, R.D., Machado, L., Tomkins, N. 2019. Anim. Microbiome. 1:3.

Agradecimientos: Con el apoyo de ACCIÓ a través del Programa de ayudas línea de subvenciones a proyectos de I+D (Nuclis d'I+D empresarial).

ENRIQUECIMIENTO DE LA DIETA DEL VACUNO LECHERO CON LAS ALGAS *NANNOCHLOROPSIS GADITANA* Y *ULVA* spp.: ACEPTABILIDAD DEL SUPLEMENTO Y BIODISPONIBILIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS

Shaklounf^{1,2*}, M.M., Heras-Molina³, A. y Terré¹, M.

¹IRTA, Producción de Rumiantes, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Cataluña, España;

²Dep. Prod. Animal, Fac. de Agricultura, Universidad de El Cairo, 12613 Giza, Egipto;

³Dep. Prod. Animal, Fac. de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, España

*Muhammad.shaklounf@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Las algas son un ingrediente prometedor en alimentación animal como fuente de proteína y grasa de alta calidad por su contenido en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) ω -3 de cadena larga, C20:5n-3 (EPA) y C22:6n-3 (DHA). Aun así, conlleva algunas preguntas antes de su inclusión en la dieta para valorar su potencial sobre la salud de las vacas lecheras (Dineshbabu *et al.*, 2019; Fabjanowska *et al.*, 2023), ¿su olor tiene algún impacto negativo sobre el consumo? ¿la estructura de las algas impide la biodisponibilidad de sus nutrientes?. Por ello, este trabajo pretende investigar la aceptación de dietas suplementadas con microalgas *Nannochloropsis gaditana* (Nanno), ricas en EPA, o macroalgas *Ulva* spp., ricas en proteína en vacuno lechero, además de verificar su biodisponibilidad de los AGPI ω -3.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para valorar la aceptación de las algas, un total de 10 vacas Holstein en el periodo de secado (PV: 768 $\pm$ 21 kg al secado y lactaciones entre la 1ª y 7ª) se seleccionaron aleatoriamente y se sometieron a una prueba de preferencia una vez al día. Cuatro horas después de ofrecerles su ración de vacas secas, se les ofreció 2 cubos de ración de vacas en lactación (~1 kg de MS) suplementada con Nanno o Ulva en una proporción del 0,5% de MS, o sin ninguna suplementación (Blank). Durante 5 minutos se anotó el tiempo que dedicaban a comer en cada uno de los 2 cubos que se les ofrecían a la vez, y al final el consumo total de cada una de las raciones ofrecidas. La prueba se realizó dos veces para todas las combinaciones, intercambiando las posiciones de los cubos. La ratio de preferencia se calculó dividiendo el consumo de un cubo por el total consumido en ambos cubos. Para determinar la biodisponibilidad de los AGPI de Nanno y Ulva, se usaron 8 terneras Holstein preñadas (edad: 19 $\pm$ 0,5 meses; días de preñez: 138 $\pm$ 6) y se dividieron aleatoriamente en 2 grupos. Las dietas se enriquecieron con Nanno o Ulva gradualmente (comenzando con 0,25% y aumentando 0,25% cada 2 días) hasta alcanzar el 1% de MS el 7º día. Se tomaron muestras de sangre a los 0 y 14 días para determinar el perfil de ácidos grasos (AG) por cromatografía de gases. Se aplicó ANOVA (MIXED, SAS® v9.4) para cada comparativa de preferencia y cada grupo de terneras (Nanno y Ulva) considerando el efecto fijo de tratamiento para la preferencia, o de tiempo para la biodisponibilidad, y el efecto aleatorio del animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vacas aceptaron la suplementación de algas sin diferencias significativas con respecto al consumo de alimento en todas las comparativas: Nanno vs. Ulva, Nanno vs. Blank y Ulva vs. Blank ($P > 0,10$). Sin embargo, tendieron ($P = 0,07$) a consumir durante más tiempo la ración Blank que Nanno, con una ratio de preferencia que tendió a ser superior ($P = 0,07$) en la ración Blank que en la Nanno (0,55 vs. 0,45, respectivamente). En cuanto a la biodisponibilidad de los AGPI, la inclusión de ambas algas provocó algunos cambios en las proporciones de AG del plasma a día 14 respecto a día 0, aumentando C20:5n-3 ($P < 0,05$) como cabía esperar, y disminuyendo C18:2n-6, AGPI y ω -6 total ($P < 0,05$). Además, la suplementación con Ulva disminuyó C22:4 y la ratio n6/n3 ($P < 0,05$). Estos cambios pueden atribuirse al contenido de AG de las algas, así como a su efecto sobre las vías de biohidrogenación ruminal.

CONCLUSIÓN

Este estudio preliminar muestra que *Nannochloropsis gaditana* y *Ulva* son aceptadas como suplemento en la alimentación del vacuno lechero, aunque se recomienda desarrollar un protocolo adecuado para incluir *Nannochloropsis* en las dietas. La inclusión al 1% de *Nannochloropsis* y *Ulva* puede modificar el perfil de los AG del plasma, p. ej., EPA, en el ganado lechero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Dineshbabu, G. *et al.* 2019. J. Funct. Foods. 62: 103545 • Fabjanowska, J. *et al.* 2023. Animals 13: 3589.

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración del equipo de la EVAM, IRTA (Monells).

NECESIDADES DE ENERGÍA Y PROTEÍNA DIGESTIBLES PARA LARVAS JÓVENES DE *TENEBRIO MOLITOR*

Añón¹, T., Cambra-López², M., Fasce¹, B., Vozzo³, S., López², M.C., Franch², J. y Pascual^{1*}, J.J.

¹Feedect, Calle de la Buitrera, 6, 46180, Valencia, Spain; ²Institute for Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain;

³Department of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Napoli

Federico II, via F. Delpino 1, 80137, Napoli, Italy

*jupascu@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

La producción de proteína de insecto y, entre ellas, la procedente de las larvas de *Tenebrio molitor*, es una alternativa sostenible a las fuentes de proteína vegetal tradicionalmente utilizadas en alimentación animal. Sin embargo, la optimización de su producción requiere la provisión de todos los nutrientes digestibles que requieren las larvas en cada una de sus fases de desarrollo. Una de las fases clave en la producción de larvas de *Tenebrio molitor* son las primeras semanas tras la eclosión, donde la supervivencia y el desarrollo de las larvas marca la eficacia productiva del proceso. En trabajos previos de nuestro grupo (Fasce et al., 2022; Pascual et al., 2024), hemos determinado el contenido en energía digestible (ED) y proteína digestible (PD) de varias de las materias primas frecuentemente utilizadas en larvas de *Tenebrio molitor*. El objetivo de este trabajo es determinar el nivel adecuado de ED y PD de las dietas para optimizar la cría de larvas jóvenes de *Tenebrio molitor*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Utilizando el valor nutricional de las materias primas definidas en Fasce et al. (2022) y Pascual et al. (2024) y aplicando un diseño factorial 3x3, se formularon nueve dietas variando el contenido en ED [en promedio, Bajo (B): 2235, Medio (M): 2461 y Alto (A): 2706 kcal ED/kg materia seca (MS)] y PD [en promedio, B: 75, M: 90 y A: 105 g DP/kg MS]. Las dietas incluyeron un 39,6% de zanahoria y un 60,4% de dieta seca formuladas con salvado de trigo, maíz, harina de soja, aceite de soja y un corrector vitamínico-mineral para pollos. Las dietas se identificaron con dos letras, siendo la primera la ED y la segunda la PD de la dieta. Al inicio del experimento, se incluyeron 24 g de huevos en cada una de las 72 bandejas (10 x 16 x 7 cm; 8 réplicas por dieta) en una cámara climática (con 28°C y 60% humedad relativa constante). Las dietas se administraron semanalmente en cantidades crecientes. Se monitoreó el número de larvas, el peso, el consumo de alimento y el índice de conversión (IC) de las larvas a los 28 días del inicio. La densidad fue inferior a 0,23 g/cm².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de larvas a los 28 días fue un 29.1% mayor con las dietas A respecto a las B en ED (P<0,05), no viéndose afectada por el nivel de PD. La dieta con mayor número de larvas fue la AM (+37,0% respecto a las dietas B y M en ED; P<0,05). Las dietas con nivel A de PD permitieron una mayor ganancia media diaria (GMD) de las larvas (+13,5% respecto a las dietas B y M; P<0,05), no viéndose afectada ésta por el nivel de ED. El IC fue mejor con las dietas M y A respecto a las dietas B en ED (+29,4%; P<0,05), no viéndose afectado por el nivel de PD. Finalmente, el peso final de larvas por bandeja a los 28 días fue mayor con las dietas con mayor ED (A) respecto a las dietas B y M (+26,4 y +19,6%, respectivamente; P<0,05), no viéndose excesivamente afectado por el nivel de PD. Sin embargo, esta producción global por bandeja fue optimizada por la dieta AM, que permitió un 40,4% más de peso total de larvas respecto a la dieta BB (P<0,05). Estos resultados muestran la importancia de la necesidad de un elevado nivel de ED para mejorar la supervivencia de las larvas jóvenes y de unos valores medios de PD para optimizar el crecimiento de éstas. En la actualidad estamos realizando una prueba de escalado en condiciones comerciales con la dieta AM frente a la dieta estándar.

CONCLUSIÓN

En conclusión, durante las primeras semanas de vida sería recomendable utilizar dietas con unos niveles de 2700 kcal de ED y 90 g de PD por kg de MS para optimizar la supervivencia y desarrollo de las larvas jóvenes de *Tenebrio molitor*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fasce, B., Ródenas, L., López, M.C., Moya, V.J., Pascual, J.J., Cambra-López, M. 2022. J. Insect Sci. 22: 1-9.
- Pascual, J.J., Fasce, B., Martínez-de-Pablo, C., Andrade, M.C., López, M.C., Cambra-López, M. 2024. J. Insect Food Feed 6: 949-958.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AMINOÁCIDOS LIMITANTES SOBRE EL CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LARVAS DE *TENEbrio MOLITOR*

Fatmi, H., Fernando, P., Fondevila, G. y Fondevila*, M.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, M. Servet 177, 50013 Zaragoza

*mfonde@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La utilización de larvas de *Tenebrio molitor* en alimentación animal ha ganado interés en las últimas décadas por su elevado contenido proteico y una composición aminoacídica similar a la de la harina de soja (de Marco *et al.*, 2015). Aunque sus necesidades de proteína bruta (PB) han sido estimadas (Fondevila y Fondevila, 2023), hasta ahora no se han definido las necesidades específicas de aminoácidos esenciales para el desarrollo óptimo de las larvas de *T. molitor*. Dada la composición de su proteína, sustratos a base de cereales pueden ser deficientes en ciertos aminoácidos esenciales como lisina (Lys) e isoleucina (Ile), limitando el crecimiento de las larvas y perjudicando su eficiencia alimenticia. En este trabajo se pretende evaluar el efecto de la suplementación con Lys e Ile en sustratos en base a cebada sobre los rendimientos productivos y composición de larvas de *T. molitor*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispuso de 30 bandejas de plástico (15 × 9 × 6 cm) con 15 g de sustrato inicial, en base a 5 tratamientos experimentales: cebada (CB; 10,3% de PB); una mezcla de 85% cebada y 15% con harina de soja (CHS; 15,6% de PB), o cebada suplementada con Lys (CL), Ile (CI), o mezcla de Lys e Ile (CLI). Los aminoácidos se dispensaron en exceso en forma sintética diluidos en cubos de agar al 2,5%, distribuyéndose dos cubos por bandeja dos veces por semana como fuente de agua. En cada bandeja se incluyeron 60 larvas en su 5ª-6ª semana de desarrollo (37,2 ± 1,40 mg) que se criaron en ambiente controlado (27°C, 55% humedad) y en ausencia de luz. El experimento se desarrolló en dos tandas de 21 días, con 3 bandejas por tratamiento y tanda. Se registró el consumo de sustrato, la mortalidad y el crecimiento de las larvas por bandeja. Al final del periodo experimental se colectaron las larvas para el análisis de su contenido en MS, extracto etéreo (EE) y PB. Los resultados se analizaron estadísticamente por ANOVA con la tanda como bloque y las medias de los tratamientos se compararon por el test de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mortalidad (entre 7,50 y 13,33%) no difirió entre tratamientos (P=0,306). El peso final de las larvas fue mayor (P=0,042) con CHS y CL que con CB, con valores intermedios para CLI y CI (125, 125, 120, 119 y 116 mg para CHS, CL, CLI, CI y CB, respectivamente). Como resultado, la masa total larvaria producida fue mayor (P=0,012) con CHS que con CB (4,62, 4,25, 4,24, 4,13 y 3,88 g/bandeja para CHS, CL, CI, CLI y CB). No se observaron diferencias en la ingestión de sustrato por tratamiento (P=0,358), pero el índice de conversión fue mejor (P=0,025) para CHS que para CB (1,578, 1,514, 1,505, 1,467 y 1,379 g/g para CB, CLI, CL, CI y CHS). El contenido proteico de las larvas con CHS fue de 4 a 5 unidades porcentuales superior al del resto de tratamientos (P<0,01), mientras que la proporción de EE fue mayor con CB y menor con CHS (P<0,001). Así, la producción total de PB por bandeja fue máxima con CHS y mínima con CB, con valores intermedios para el resto de tratamientos (788, 659, 651, 648 y 597 mg para CHS, CL, CLI, CI y CB; P<0,001).

El mayor crecimiento observado en las larvas alimentadas con CHS confirma que el menor contenido en aminoácidos de la cebada supone un factor limitante en el crecimiento de las larvas. La suplementación de la cebada con Ile, y especialmente Lys, mejoró el desarrollo de las larvas y la producción total de PB, aunque la masa larvaria producida fue menor a la obtenida con CHS. Sin embargo, la suplementación de ambos aminoácidos sintéticos de forma conjunta no mejoró a su aporte por separado. Los resultados sugieren que el contenido en Lys e Ile de la cebada es inferior a las necesidades para maximizar el crecimiento de las larvas.

CONCLUSIÓN

La cebada como sustrato no aporta los aminoácidos suficientes para mantener el máximo crecimiento de las larvas de *T. molitor*, promoviendo mayor engrasamiento y menor retención proteica. Sin embargo, la inclusión de aminoácidos esenciales potencialmente limitantes como Lys, Ile o una combinación de éstos, diluidos en cubos de agar, mejora significativamente el desarrollo de las larvas, aunque otros aminoácidos esenciales podrían estar también limitando la cantidad de masa larvaria producida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Marco *et al.* 2015. Anim. Feed Sci. Technol. 209: 211-218
- Fondevila, G. y Fondevila, M. 2023. J Insects Food Feed. 9: 205-2011.

SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE *TENEBRIO MOLITOR*: EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Hassanien^{1,2}, M., Frutos^{1*}, P., Hervás¹, G., Toral¹, P.G., Mendoza¹, A.G. y Baila¹, C.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León;

²Dep. Prod. Animal, Fac. de Agricultura, Univ. de South Valley, Qena, Egipto

*p.frutos@csic.es

INTRODUCCIÓN

El uso de insectos en la alimentación animal es una estrategia prometedora para reducir la competencia "feed-food-fuel" y mejorar la sostenibilidad de la ganadería (Renna *et al.*, 2023; Gasco *et al.*, 2024). Aunque las harinas de insectos aún no están permitidas en rumiantes en Europa, sí lo están los aceites. La incorporación de estos lípidos en la dieta permitiría reducir el empleo de otros más comunes, pero derivados de cultivos con un impacto ambiental más negativo (ej. palma o soja). Además, en el caso concreto del aceite de lavas de *Tenebrio molitor* (gusano de la harina), muy rico en los ácidos grasos insaturados oleico y linoleico, su incorporación permitiría modular la calidad de la grasa de los productos (leche o carne) hacia un perfil más saludable para el consumidor (Hervás *et al.*, 2022; Renna *et al.*, 2023). Sin embargo, en la literatura apenas existe información al respecto. Por tanto, antes de recomendar la inclusión de este aceite como suplemento lipídico, es preciso asegurar que no ejerce efectos negativos sobre la utilización digestiva de la dieta. Como primer paso, este estudio analizó el efecto de la sustitución de grasas de palma o aceite de soja por aceite de *T. molitor* sobre la fermentación ruminal *in vitro* de una ración representativa de las utilizadas en ovejas en lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó *in vitro* mediante cultivos discontinuos de microorganismos ruminales y la técnica de producción de gas. El inóculo ruminal se obtuvo de 3 ovejas canuladas en el rumen, alimentadas con heno y concentrado para cubrir aproximadamente 1,1 sus necesidades energéticas de mantenimiento. Los tratamientos consistieron en la suplementación del sustrato (50:50 F:C) con un 2% materia seca (MS) de i) ácidos grasos destilados de palma, ii) aceite de soja y iii) aceite de *T. molitor*. Las incubaciones tuvieron una duración de 20 h y se repitieron en 3 días diferentes. Las determinaciones analíticas incluyeron los siguientes parámetros: producción de gas, desaparición de MS y de fibra neutro detergente (y, a partir de este último, estimación de la digestibilidad verdadera *in vitro*), concentraciones de lactato y de amoníaco, que se analizaron por colorimetría, y producción de ácidos grasos volátiles, que se analizaron mediante cromatografía de gases. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico ANOVA con el procedimiento MIXED del SAS® (v9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los parámetros analizados, indicadores del proceso de fermentación ruminal, mostraron valores muy similares en los 3 tratamientos. De hecho, en ningún caso se detectaron diferencias significativas ($P>0,05$) debidas a la suplementación de la dieta con un 2% MS de destilados de palma, de aceite de soja o de aceite de *T. molitor*. Aunque se trata de un estudio *in vitro*, y por tanto preliminar, los resultados son prometedores. Por una parte, el aceite de insectos no presenta efectos negativos respecto al uso de lípidos saturados (como el aceite de palma o los destilados) para incrementar el contenido energético de la dieta. Por otra parte, la similitud en los perfiles lipídicos de este aceite de *T. molitor* y del de soja, hace pensar que su efecto sobre el contenido de ácidos grasos de los productos derivados (en este caso leche, puesto que se enfoca al ovino lechero) sería también similar (Renna *et al.*, 2023). No obstante, convendría confirmar estos resultados *in vivo* y analizar el efecto sobre la biotransformación ruminal y el perfil lipídico de la leche en ovejas en lactación.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este ensayo *in vitro* sugieren que el aceite de *T. molitor* podría utilizarse en la dieta de ovejas lecheras en sustitución de otros lípidos menos sostenibles (ej. derivados de la palma o de la soja) sin efectos negativos sobre la fermentación ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gasco, L. *et al.* 2024. J. Insect Food Feed. 10: 1707-1718. • Hervás, G. *et al.* 2022. Anim. Feed Sci. Technol. 285: 115222. • Renna, M. *et al.* 2023. Anim. Front. 13: 102-111.

Agradecimientos: Proyecto CS1020P23 financiado por la Junta de Castilla y León, con cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y beca del IAMZ-CIHEAM de M. Hassanien.

USO DE ACEITE DE MOSCA SOLDADO NEGRA COMO ALTERNATIVA A LOS ÁCIDOS GRASOS DESTILADOS DE PALMA EN LA DIETA DE OVEJAS EN LACTACIÓN: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA FERMENTACIÓN RUMINAL

Baila^{1*}, C., Hervás¹, G., Renna², M., Gasco², L., Rastello², L., Barrio¹, E., González-Merino¹, P., Bolletta³, V., Trespeuch⁴, C., Frutos¹, P. y Toral¹, P.G.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULe) León (España); ²University of Turin, Grugliasco (TO, Italia); ³University of Perugia, Perugia (Italy); ⁴Mutatec, Cavaillon (France)
*c.baila@csic.es

INTRODUCCIÓN

La industria de la alimentación animal debe hacer frente a la actual inestabilidad económica, a la creciente competencia *feed-food-fuel* y a la preocupación por su contribución al impacto ambiental (IPCC, 2022). En el caso del ovino lechero, la palma es una de las principales fuentes de energía de la dieta, pero su cultivo se encuentra en el punto de mira debido a su contribución a la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la elevada huella de carbono de su transporte. En consecuencia, durante los últimos años se ha impulsado la búsqueda de recursos energéticos alternativos que permitan mejorar la sostenibilidad del sistema productivo. En este contexto, el uso de aceites de insectos ha despertado un gran interés debido a su producción local, eficiente y sostenible (Renna *et al.*, 2023). En particular, el aceite de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*; HI) ha sido estudiado previamente *in vitro* (Jayanegara *et al.*, 2020; Hervás *et al.*, 2022); no obstante, no existe constancia de que haya sido evaluado *in vivo* como ingrediente de la dieta de rumiantes. Por todo ello, este estudio analizó los efectos en el rendimiento, eficiencia alimentaria y fermentación ruminal de la sustitución de ácidos grasos destilados de palma por aceite de HI en la ración de ovejas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 14 ovejas assaf en lactación y un diseño *change-over* con 2 periodos de 25 días cada uno y 2 dietas experimentales: dieta mezclada completa (50:50 F:C) con un 2% materia seca (MS) de ácidos grasos destilados de palma o un 2% MS de aceite de HI. Diaria e individualmente, se registraron los datos de producción de leche e ingestión y 3 veces por semana se recogieron muestras individuales de leche para analizar su composición química. La eficiencia alimentaria se estimó mediante el índice de conversión (FCR) y el *residual feed intake* (RFI). Al final de cada periodo, se recogieron muestras individuales de contenido ruminal mediante una sonda esofágica para analizar parámetros de fermentación ruminal (pH, amoníaco y ácidos grasos volátiles). Además, se utilizaron muestras de líquido ruminal como inóculo *in vitro* con el fin de evaluar la producción de gas y la desaparición de MS tras 20h de incubación. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis ANOVA con el procedimiento MIXED del SAS® (v9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de ingestión de MS, FCR, RFI y la producción de leche fueron similares entre grupos, así como la concentración y producción de grasa, proteína y lactosa en la leche ($P>0,10$). También lo fueron los valores de pH ruminal y las concentraciones de amoníaco y de ácidos grasos volátiles totales e individuales ($P>0,10$). En lo relativo al estudio *in vitro*, el aceite de HI no redujo la producción de gas ni la desaparición de MS ($P>0,10$), coincidiendo con lo hallado por Hervás *et al.* (2022) al usar la misma dosis de aceite, pero en contraposición a la reducción de la producción de gas observada por Jayanegara *et al.* (2020) al usar una dosis del 5% MS. Cabe destacar que los ácidos grasos destilados de palma son ampliamente usados en la dieta de animales lecheros porque permiten obtener rendimientos productivos óptimos. Por este motivo, la obtención de resultados similares al sustituirlos por aceite de HI es un hallazgo prometedor. Sin embargo, sería necesario analizar su efecto sobre el perfil lipídico de la leche en ovejas en lactación.

CONCLUSIÓN

Los ácidos grasos destilados de palma podrían ser sustituidos por aceite de HI en la dieta de las ovejas lecheras sin producir efectos adversos en la producción y composición láctea o la fermentación ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hervás, G. *et al.* 2022. Anim. Feed Sci. Technol. 285: 115222 • IPCC, 2022. • Jayanegara, A. *et al.* 2020. Ital. J. Anim. Sci. 19: 1310-1317 • Renna, M. *et al.* 2023. Anim. Front. 13: 102-111.

Agradecimientos: CSI020P23 (Junta de Castilla y León) con cofinanciación FEDER.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE *HERMETIA ILLUCENS* SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, RESPUESTA INMUNE, MICROBIOLOGÍA CECAL, MINERALIZACIÓN DE LA TIBIA Y EXCRECIÓN DE FÓSFORO DE POLLOS DE CEBO

Martínez^{1*}, Y., Orozco², J. y Atehortua², M.

¹Nutrición Animal, Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA);

²Universidad de Zamorano, Honduras

*yordan.martinez@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El reglamento de la UE 2021/1372 aprobó el uso de la harina de insectos como proteína animal en animales monogástricos. La mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) puede convertir desechos orgánicos en proteínas de alta calidad. La harina de larva de este insecto tiene una alta concentración de proteína, aminoácidos, lípidos, minerales y, por ende, energía metabolizable. Varios autores han indicado que su uso en pollos de cebo es seguro (Abd El-Hack *et al.*, 2020), sin embargo, los resultados sobre los límites de inclusión son inconsistentes. El objetivo fue evaluar el efecto de la harina de larvas de la mosca soldado negra (HLMSN) en la productividad, características de la canal, respuesta inmune, microbiología cecal, mineralización de la tibia y excreción de fósforo (P) de pollos de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Universidad de Zamorano, Honduras. Las larvas se deshidrataron en un secador solar durante cinco días y se trituraron en un molino de martillo a 1 mm. Se determinó la bromatología básica y los perfiles de aminoácidos, minerales y ácidos grasos. Un total de 640 pollos de cebo Cobb 500® de un día de edad se ubicaron aleatoriamente en 4 tratamientos, 4 réplicas por tratamiento y 40 aves por réplica hasta los 31 días de edad. Los tratamientos consistieron en una dieta control (T1), y la inclusión de 5 (T2), 10 (T3) y 15% (T4) de la HLMSN. Se determinó la productividad, peso de las porciones comestibles y órganos, composición química y colorimetría de la pechuga, bacterias cecales, indicadores sanguíneos, inmunoglobulinas séricas y minerales en la tibia y yacija. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de un solo factor y se empleó el test Duncan para la separación de medias mediante el software SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La HLMSN tiene 33,3% de proteína bruta, 39,2% de extracto etéreo, 0,8% de calcio, 0,5% de P, 0,79% de potasio, 0,14% de magnesio, 5,33 mg/kg de cobre, 52,7 mg/kg de hierro, 14,7 mg/kg de manganeso, 59 mg/kg de zinc, 2,14% de lisina, 1,8% de metionina + cisteína, 0,68% de treonina, 9,39% de fibra bruta, 46,2% de ácido láurico, 18,7% de ácido palmítico, 6,60% de ácido esteárico, 2,20% de palmítico, 18,4% de ácido oleico y 4117 kcal/kg de energía metabolizable. Además, se cuantificó 1,98 UFC/g, 3,89 UFC/g y 5,21 UFC/g para coliformes totales, *Clostridium spp.* y bacterias mesófilas aerobias, respectivamente y se encontró ausencia de *E. coli* y *Salmonella spp.* Los animales del T4 disminuyeron ($P<0,05$) el consumo de alimento y la conversión alimenticia, sin cambios ($P>0,05$) en el peso vivo y la viabilidad. Sin embargo, la HLMSN no cambió ($P>0,05$) la composición química de la pechuga y el peso relativo de las porciones comestibles y los órganos, aunque disminuyó ($P<0,05$) el a^* en la pechuga. Los animales del T4 disminuyeron ($P<0,05$) la concentración sérica de IgM y las enterobacterias y *E. coli* cecal, lo que demuestra propiedades antimicrobianas e inmunes debido al contenido de ácido láurico, péptidos y la quitina (Malematja *et al.*, 2023). Asimismo, la HLMSN incrementó ($P<0,05$) el contenido de P en la tibia y redujo ($P<0,05$) la excreción de este mineral en la cama, lo que contribuye con producciones amigables con el medio ambiente (Schmitt y de Vries, 2020).

CONCLUSIÓN

La inclusión dietética de hasta un 15% de HLMSN mejoró la eficiencia alimenticia y la respuesta inmune y antimicrobiana de pollos de cebo. Además, este ingrediente incrementó el contenido de P de la tibia y redujo la excreción de este mineral en la cama.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Abd El-Hack, M.E., *et al.* 2020. Agriculture 10: 339. • Malematja, E., *et al.* 2023. Comp. Clin. Path. 32: 501-513. • Reglamento (UE) 2021/1372 de la Comisión. 2021. • Schmitt, E. y de Vries, W. 2020. Curr. Opin. Green. Sust. 25: 100335.

INCLUSIÓN DE NOPAL FRESCO EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRAS LECHERAS

Arriaga-Jordán, C.M., Sainz, R.A. y Sainz-Ramírez*, A.

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, Toluca, C.P. 50090, México

*asainzr003@profesor.uaemex.mx

INTRODUCCIÓN

El nopal (*Opuntia ficus indica*) es una cactácea de distribución cosmopolita en el continente americano y se presenta como una alternativa forrajera importante para zonas secas por su resistencia al déficit hídrico, a las altas temperaturas y su capacidad de desarrollo en suelos pobres en nutrientes. Se ha documentado que la inclusión de nopal en la dieta de rumiantes disminuye el requerimiento de agua al día (Silva *et al.*, 2022), además de ser considerado un cultivo que en México colabora con la seguridad alimentaria de las familias productoras. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de nopal forrajero en la alimentación de cabras lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 cabras de raza Saneen de cuarto parto y 215 ± 10 días de lactación, con un peso inicial promedio de $51,7 \pm 2,68$ y una producción de leche promedio de $1,70 \pm 0,35$ kg/día. Cada grupo experimental contó con cinco cabras por tratamiento, que fueron alojadas en corrales con piso de tierra, techados y equipados con bebederos automáticos y minerales a libre acceso. El experimento se llevó a cabo del 8 de julio al 8 de septiembre de 2023 (63 días) en Yuriria, Guanajuato en la zona centro de México. Los periodos experimentales fueron de 21 días, siendo 14 días de adaptación y 7 de medición. Las dietas incluían heno de alfalfa, concentrado comercial, rastrojo (paja) de maíz, y se evaluaron tres niveles de inclusión de nopal forrajero fresco picado 0% (T1), 15% (T2) y 30% (T3) de la dieta. Durante los días de evaluación se tomaron muestras de alimentos para determinar la composición química de los ingredientes y dietas: materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, proteína bruta y digestibilidad. Las cabras se ordeñaron a mano una vez al día a las 7:00 horas y la producción de leche se registró diariamente, y durante los días de evaluación se determinó la composición de la leche: grasa, proteína y sólidos no grasos. Las variables animales se analizaron como un cuadrado latino 3x3. Los resultados se analizaron con el programa estadístico Minitab.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del nopal es equiparable a lo reportado en la literatura (Sá *et al.*, 2020). La producción de leche por tratamiento fue de 1,50 kg/cabra/día para T1, 1,44 kg/cabra/día para T2 y 1,32 kg/cabra/día para T3. Las cabras del T3 redujeron ($P < 0,05$) un 12% el rendimiento de leche respecto a los otros dos tratamientos. No hubo diferencias ($P > 0,05$) en la producción de leche entre periodos experimentales y el contenido de proteína (32,8 g/kg en T1, 33,5 g/kg en T2 y 33,0 g/kg en T3) y sólidos no grasos (122,20 g/kg T1, 122,00 g/kg T2 y 121,81 g/kg T3) no presentaron diferencias ($P > 0,05$) ni por tratamiento ni por periodo experimental. El contenido de grasa (33,72 g/kg T1, 33,4 g/kg T2 y 32,50 g/kg T3) se redujo ($P < 0,05$) con el T3 y durante los periodos experimentales. La producción de leche aquí reportada es menor a lo descrito por Urrutia-Morales *et al.* (2014), quienes mencionan que la inclusión de nopal en la alimentación de cabras hasta en 2% del peso vivo puede mantener la producción de dos litros de leche por cabra al día y no afectar la composición de la leche.

CONCLUSIÓN

La inclusión de nopal fresco hasta en un 15% satisface las necesidades nutricionales de cabras con más de 200 días de lactación y permite mantener una producción moderada y la composición química de leche de cabra en condiciones de estabulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sá, W.C.C.S. *et al.* 2020. J. Agric. Sci. 158(7): 574–582.
- Silva, J.K.B. *et al.* 2022. RMCP. 13(1): 19-31.
- Urrutia-Morales, J. *et al.* 2014. Agron. Mesoam. 25(2): 287-296.

Agradecimientos: Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnologías e Innovación (SE-CIHTI), antes Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) por la beca posdoctoral a Aurora Sainz-Ramírez (745316).

LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y BIOQUÍMICOS

Román*, A., García-Contreras, C., Lachica, M., Nieto, R. y Fernández-Fígares, I.
Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada
*a.roman@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema global y la producción porcina contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, atribuyéndose a la producción de piensos más del 40% del total de las emisiones (Yang *et al.*, 2023). La dependencia de la Unión Europea de la harina de soja importada como principal fuente proteica para la fabricación de piensos agrava la situación (Tallentire *et al.*, 2018). Por tanto, el objetivo principal de este trabajo fue investigar fuentes proteicas alternativas, preferentemente locales, como las legumbres de destrío en piensos y evaluar su impacto en términos de crecimiento y parámetros bioquímicos en cerdos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 32 cerdos (Duroc × Pietrain) × (Landrace × Large-White), distribuidos aleatoriamente en 4 grupos experimentales: un grupo control en el que se usó la harina de soja como principal fuente proteica y tres grupos experimentales en los que se reemplazó aproximadamente un 50% de la proteína aportada por la soja por proteína de leguminosas locales (guisantes, garbanzos y lentejas, estas dos últimas procedentes del destrío). Las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas, cubriendo las necesidades de los animales y formuladas según el concepto de proteína ideal. Se alojó a los animales individualmente en condiciones de temperatura ambiental controladas (25 ± 2 °C al inicio del ensayo disminuyendo progresivamente a 21 ± 2 °C al final) y con acceso a agua y pienso *ad libitum*. Los animales se pesaron semanalmente, siendo el peso inicial $14 \pm 0,3$ kg y el peso final $66 \pm 0,9$ kg. Se obtuvieron la ganancia media diaria, la ingesta media diaria y la eficiencia de uso del pienso (g de ganancia/g de ingesta de pienso). Tras 10 semanas de ensayo se sacrificaron los animales y se tomaron muestras de sangre para analizar parámetros bioquímicos: albúmina, β -hidroxibutirato, colesterol HDL, colesterol LDL, colesterol total, creatina, glucosa, lactato, triglicéridos y urea. Se llevó a cabo un análisis de varianza para estudiar el efecto de los tratamientos sobre los parámetros estudiados usando el cerdo como unidad experimental. El nivel de significación se estableció en 0,05 y se usó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.18 (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos en cuanto a la ganancia media diaria (813, 788, 744 y 783 g/día, para control, garbanzo, guisante y lenteja, respectivamente; error estándar de la media (EEM): 15,5; $P > 0,05$), ingesta media diaria (1499, 1479, 1383 y 1446 g/día, para control, garbanzo, guisante y lenteja, respectivamente; EEM: 30,8; $P > 0,05$) y eficiencia de uso del pienso (0,54, 0,53, 0,54 y 0,54 g/g, para control, garbanzo, guisante y lenteja, respectivamente; EEM: 0,005; $P > 0,05$). Tampoco se encontraron diferencias significativas en los parámetros bioquímicos estudiados entre los cuatro tratamientos experimentales ($P > 0,05$).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que la sustitución parcial de la proteína de soja por proteína procedente de garbanzo, guisante o lenteja no tuvo ningún efecto perjudicial sobre el crecimiento y los parámetros bioquímicos del animal. El uso de leguminosas locales en la alimentación de cerdos podría contribuir a la sostenibilidad de la producción porcina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tallentire, C. W. *et al.* 2018. Can novel ingredients replace soybeans and reduce the environmental burdens of European livestock systems in the future? J. Clean Prod. 187: 338-47.
- Yang, P. *et al.* 2023. Carbon footprint of the pork product chain and recent advancements in mitigation strategies. Foods 12(23): 4203.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto europeo *Facilitating Innovations for Resilient Livestock Farming Systems*, acrónimo: Re-Livestock (referencia: 101059609).

LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: EFECTOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES Y EL BALANCE DE NITRÓGENO

Román*, A., García-Contreras, C., Lachica, M., Fernández-Figares, I. y Nieto, R.

Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada

*a.roman@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema global contribuyendo la producción porcina a las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, y atribuyéndose a la producción de piensos más del 40% del total de las emisiones (Yang *et al.*, 2023). La dependencia en la Unión Europea de la harina de soja importada como principal fuente proteica de los piensos agrava la situación (Tallentire *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo es evaluar el reemplazo de la proteína de soja con fuentes proteicas alternativas preferentemente locales, como las legumbres de destrío, en piensos y analizar su impacto en la digestibilidad de nutrientes y el balance de nitrógeno en cerdos en crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 32 cerdos (Duroc × Pietrain) × (Landrace × Large-White) de $14 \pm 0,3$ kg distribuidos en 4 grupos: un control con harina de soja como fuente proteica y tres grupos experimentales con un 50% de proteína de leguminosas locales (guisantes, garbanzos y lentejas). Las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas, cubriendo las necesidades de los animales y formuladas según el concepto de proteína ideal. Transcurridas 3 semanas, se determinó la digestibilidad fecal aparente de nutrientes y el balance de nitrógeno en 6 animales por tratamiento ($n=24$). Para ello se registró el consumo de pienso y se recogieron cuantitativamente heces y orina de cada animal durante 5 días, obteniendo una muestra representativa del periodo de recogida. Tras la homogeneización y liofilización de las muestras se determinaron la materia seca, materia orgánica, nitrógeno y energía ingerida y excretada en heces, y nitrógeno y energía excretada en orina. Se llevó a cabo un análisis de varianza para estudiar el efecto de los tratamientos sobre los parámetros estudiados usando el cerdo como unidad experimental. El nivel de significación se estableció en 0,05 y se usó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.18 (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0,05$) en digestibilidad fecal aparente de la materia seca (valor medio: 0,870, error estándar de la media (EEM): 0,004), la materia orgánica (valor medio: 0,884, EEM: 0,003), la energía (valor medio: 0,859, EEM: 0,004), y el nitrógeno (valor medio: 0,813, EEM: 0,008). El valor medio de retención de nitrógeno estimado fue 23,5 g/día (EEM: 0,72), sin diferencias entre tratamientos. Sin embargo, tanto la relación nitrógeno retenido/nitrógeno ingerido, como la de nitrógeno retenido/nitrógeno digestible fueron superiores en los tratamientos con leguminosas locales respecto al tratamiento control (10 y 9% mayores, respectivamente, $P<0,05$).

CONCLUSIÓN

La sustitución parcial de la proteína de soja por proteína procedente de garbanzo, guisante o lenteja no afectó negativamente a la digestibilidad fecal aparente de nutrientes y energía, ni al balance de nitrógeno de cerdos en crecimiento. Además, la eficiencia de utilización del nitrógeno ingerido y digestible fue superior en los cerdos alimentados con leguminosas locales respecto a los alimentados con soja. La inclusión de leguminosas locales en la dieta de cerdos puede contribuir a aumentar la sostenibilidad de la producción porcina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tallentire, C. W. *et al.* 2018. Can novel ingredients replace soybeans and reduce the environmental burdens of European livestock systems in the future? *J. Clean Prod.* 187: 338-47.
- Yang, P. *et al.* 2023. Carbon footprint of the pork product chain and recent advancements in mitigation strategies. *Foods* 12(23): 4203.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto europeo Facilitating Innovations for Resilient Livestock Farming Systems, acrónimo: Re-Livestock (referencia: 101059609).

ADAPTACIÓN DE DIETAS CON ALBERJONES PARA CONTENER EL CRECIMIENTO DE CERDOS IBÉRICOS DE PIENSO

Gómez Izquierdo^{1*}, E., Barrios¹, A., Guillamón², E., Martín-Pedrosa², M., Martín-Diana¹, A.B., Rauw², W.M., Gómez-Raya², L., López Nuez³, P. y Gómez Fernández¹, J.

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL). Ctra. Riaza-Toro sn, 40353 Hontalbilla, Segovia; ²Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA-CSIC). Ctra. A Coruña km 7,5, 28040 Madrid; ³ICPOR SORIA. Av. De Valladolid, 105. 42005 Soria

*gomizqem@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

Los cerdos ibéricos cruzados (50% Duroc) deben cumplir varias condiciones para que entren a formar parte de la "Norma de calidad para los productos del cerdo ibérico" (RD 4/2014). La edad, en el momento del sacrificio será, al menos, de 10 meses, con un peso de canal mínimo de 115 kg, característica, esta última, que se alcanza cuando el peso vivo se acerca a los 150 kg. Para llegar a los 10 meses de vida ralentizando el crecimiento y evitando un engrasamiento excesivo se han empleado diferentes estrategias: concentrar la dieta energéticamente, diluirla aumentando el volumen con más fibra o racionar, todas con resultados limitados. El empleo de leguminosas locales como materia prima para piensos porcinos es de interés por motivos evidentes: son alternativas proteicas, materias primas sostenibles, fuentes de biodiversidad y presentan factores bioactivos en su composición con funciones muy diversas. El alberjón (Alb; *Vicia narbonensis*) tiene un factor bioactivo específico: el γ Glutamyl-S-Ethenyl-Cysteine (GEC) que, por ensayos previos, sabemos que afecta a la palatabilidad del pienso. El objetivo del estudio ha sido ajustar el peso-edad adecuado para incluir Alb en la dieta de ibéricos cruzados de cebo y frenar el crecimiento de los animales en el momento del sacrificio con 10 meses de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 56 cerdos ibéricos (Duroc x Ibérico) que se alojaron individualmente en las instalaciones del ITACYL con las mismas condiciones de manejo. Iniciaron el ensayo con 101 días de vida ($30,8 \pm 3,66$ kg) y se distribuyeron en cuatro tratamientos según el porcentaje de inclusión de Alb en el pienso: control 0%, 5%, 10% y 20% tanto para la fase de crecimiento (Cr: 101 a 213 días) como para acabado (Ac: 214 a 300 días). Los piensos se administraron *ad libitum* en gránulo y fueron isoproteicos e isoenergéticos (Cr: 2280 kcal/kg, 15,5%, 4,3%, 3,9%; Ac: 2270 kcal/kg, 13,7%, 4,0%, 4,2%, para energía neta, proteína, fibra bruta y grasa bruta. Los datos de rendimiento (crecimiento, consumo y conversión) se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG de SAS® (2004) siendo el pienso el efecto principal y el peso inicial la covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ensayos previos con cerdos ibéricos de cebo (cruzados 50%) y dietas con Alb, el consumo de pienso y, en consecuencia, el crecimiento fue inferior en los animales que comieron los piensos con más del 10% de Alb en relación con los animales del pienso control (Gómez Izquierdo *et al.*, 2023; Gómez Fernández *et al.*, 2023). En el presente ensayo las diferencias se manifestaron durante la fase de crecimiento, al aumentar la edad y el peso (fase de acabado) se diluyeron, incluso mejorando los resultados sin llegar a compensar los datos de la fase previa. Los animales finalizaron el ensayo con 300 d de vida y con un peso final (kg) de: 181, 186, 170 y 167, para los tratamientos control, 5%, 10% y 20%; $P < 0,05$. Como ya se ha indicado en otros trabajos llevados a cabo con Alb es prioritario conocer la cantidad de GEC en la semilla (Sánchez Vioque *et al.*, 2011), en nuestro caso del 1,28%; este dato determina la cantidad que podemos incluir en el pienso, según el interés productivo.

CONCLUSIÓN

En nuestras condiciones experimentales, la inclusión de un 20% de alberjones con una cantidad de compuesto bioactivo (GEC) de 1,28% en la semilla, limita la ingesta de pienso provocando un crecimiento más lento, facilitando el cumplimiento de la norma de calidad para cerdo ibérico cruzado de cebo con 10 meses de edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez Fernández, J. *et al.* 2023. XX Congreso AIDA. Zaragoza. 1: 135. • Gómez Izquierdo, E. *et al.* 2023. XX Congreso AIDA. Zaragoza. 1: 134. • RD 4/2014. Norma de calidad para los productos ibéricos.
- Sánchez Vioque, R. *et al.* 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 165: 1-2.

Agradecimientos: Trabajo financiado con el proyecto FEADER (ALBEPOR) 2023/529.

INCLUSIÓN DE ALBERJONES EN DIETAS PARA CERDO IBÉRICO DE CEBO: RENDIMIENTO DE CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE

Gómez Fernández^{1*}, J., Martín-Diana¹, A.B., Barrios¹, A., Sánchez¹, C.I., Guillamón², E., Martín-Pedrosa², M., Rauw², W.M., Gómez-Raya², L., López Nuez³, P. y Gómez Izquierdo¹, E.

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL). Ctra. Riaza-Toro sn., 40353 Hontalbilla, Segovia; ²Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA-CSIC). Ctra. A Coruña km 7,5, 28040 Madrid; ³ICPOR Soria. Av. De Valladolid, 105. 42005 Soria

*gomferjs@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

La Norma de calidad del cerdo ibérico (RD 4/2014) obliga a que los animales de cebo (cruzados 50%) tengan, al menos, una edad al sacrificio de 10 meses y un peso de canal (PC) de 115 kg, que lo alcanzan cuando el peso vivo se acerca a los 150 kg. Una posibilidad de cumplir con los requisitos de la norma en edad y PC, sin engrasar en exceso a los animales, es ralentizar el crecimiento empleando determinadas leguminosas como ya hemos observado en ensayos anteriores (Gómez Fernández *et al.*, 2023). Los alberjones (Alb; *V. narbonensis*) son una materia prima de interés para pienso de ganado porcino por motivos agronómicos y ganaderos: son productivos, sostenibles, fuentes de biodiversidad y de proteínas. Poseen un factor bioactivo (FBA) específico en su composición, con propiedades de interés: el γ Glutamyl-S-Ethenyl-Cysteine (GEC) dipéptido exclusivo de esta leguminosa que puede condicionar el consumo de pienso por su efecto sobre la palatabilidad de la dieta. El objetivo del estudio ha sido precisar la edad adecuada para la inclusión de distintos porcentajes de Alb en el pienso de cerdos ibéricos de cebo y su repercusión en el peso de la canal y en la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 56 cerdos ibéricos (Duroc x Ibérico) que se alojaron individualmente en el cebadero del Centro de Pruebas de Porcino del ITACYL con las mismas condiciones de manejo. Iniciaron el ensayo con 101 días de vida ($30,8 \pm 3,36$ kg) con cuatro tratamientos según el porcentaje de inclusión de Alb en el pienso: 0%, 5%, 10% y 20%, en las fases de crecimiento (CR: 101 a 213 días) y acabado (AC: 214 a 300 días). Los piensos se administraron *ad libitum* en gránulo y fueron isoproteicos e isoenergéticos. Se sacrificaron con 10 meses de edad en ICPOR-INCARLOPSA (Tarancón, Cuenca). Los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG del SAS® (2004) siendo el pienso el efecto principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Alb empleado en el ensayo presentaba un porcentaje de GEC del 1,28% del peso de la semilla. El consumo fue inferior en los animales que comieron las dietas con Alb en relación con los animales del pienso control, influyendo en el peso de sacrificio y en el de la canal. Los animales se sacrificaron con 300 días siendo los pesos (kg) de canal más elevados en los animales que consumieron el pienso control y con un 5% de Alb: 143,3, 147,2, 135,12, 136,7, para 0%, 5%, 10% y 20%, respectivamente; $P < 0,05$). Las dos condiciones de edad y peso de canal se cumplieron según la norma (RD 4/2014). La calidad de la carne, referida a cantidad de grasa infiltrada en el lomo (GIM) fue más elevada en los cerdos que consumieron Alb (tendencia, $P < 0,15$). En relación con el perfil de ácidos grasos mayoritarios no hubo diferencias significativas: C16:0, 22,7%; C18:0, 10,4%; C18:1, 48,6%; C18:2, 11,7% ($P > 0,05$). En otros ensayos con ibéricos de 260 días no se observaron diferencias, pero los niveles de GIM fueron menores (Rauw *et al.*, 2021).

CONCLUSIÓN

En nuestras condiciones experimentales la inclusión de Alb, con una cantidad de GEC del 1,28%, limita la ingesta de pienso de manera proporcional al porcentaje añadido provocando un crecimiento más lento facilitando el cumplimiento de la norma de calidad para cerdo Ibérico cruzado 50% de pienso sin afectar la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez Fernández, J. *et al.* 2023. XX Congreso AIDA. Zaragoza. 1: 135.
- Rauw, W.M. *et al.* 2021. Span. J. Agric. Res. 19: 3.
- RD 4/2014. Norma de calidad para los productos ibéricos.

Agradecimientos: Trabajo financiado con el proyecto FEADER (ALBEPOR) 2023/529.

INCLUSIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS EN DIETAS CON ORUJO DE ACEITUNA PARA CERDOS DE FINALIZACIÓN: EFECTOS EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y DIGESTIBILIDAD FECAL DE LOS NUTRIENTES Y ENERGÍA

Piquer^{1*}, L., Piquer², O., García-Rebollar³, P., Pérez-Calvo⁴, E., Calderón⁴, A., Belloumi¹, D., Cano, C.¹ y Cerisuelo¹, A.

¹CITA-IVIA, 12400-Castellón; ²Dpto. Producción Agraria; ³UPM. 28040-Madrid; ⁴dsm-firmenich

*piquer_lai@gva.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión de subproductos fibrosos como el orujo de aceituna (OC) en pienso de porcino puede disminuir la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia de los animales. La fracción fibrosa del OC se caracteriza por tener una abundante cantidad de celulosa y pectinas, por lo que la adición de enzimas exógenas específicas puede ayudar a mejorar la digestibilidad de los nutrientes en dietas con OC (Petry *et al.*, 2024). El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la suplementación enzimática incluyendo un complejo que contiene endo-13(4)- β -glucanasa (IUB No. 3.2.1.6) y actividades enzimáticas pentosanasa, hemicelulasas y pectinasas en pienso con OC sobre los rendimientos productivos y el coeficiente de digestibilidad fecal aparente (CTTAD) de los nutrientes y la energía de las dietas, en cerdos de finalización.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio, 120 cerdos de engorde fueron alojados en 24 corrales (5 animales/corral) y se alimentaron con pienso comerciales durante 16 semanas. A los $102 \pm 5,73$ kg de peso vivo los animales se distribuyeron en 3 dietas experimentales isoenergéticas e isoproteicas: una dieta basal (T1) y dos dietas con un 15% de OC, una sin enzima (T2), y otra suplementada con una endo-13(4)- β -glucanasa (15 FBG/kg pienso, T3). En todas las dietas se incluyó Celite® (1%). El peso, consumo de pienso, espesor de grasa dorsal (GD) y profundidad de lomo (PL) de los animales se controló al inicio y final del periodo experimental, que duró 26 días. El día 13 y durante tres días consecutivos se obtuvieron muestras de heces directamente del recto de dos animales por corral y se realizó un pool por cada corral. En las muestras de pienso y heces se analizó la concentración de cenizas ácido-insolubles, proteína bruta (PB), energía bruta (EB), extracto etéreo (EE), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), y se calculó el CTTAD de la energía y los nutrientes de las dietas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD) y el índice de transformación (IT) de los animales no se vieron afectados significativamente (GMD: 0,952, 0,987 y 1,04 kg/d, $P=0,249$; CMD: 2,90, 3,01 y 3,08 kg/d, $P=0,391$; IT: 3,06, 3,06 y 2,98 kg/kg, $p=0,408$) para T1, T2 y T3, respectivamente. La ganancia de GD y PL fue similar en todos los tratamientos (GD: 2,76, 2,33 y 3,02 mm, $p=0,398$; PL: 6,20, 5,61 y 6,69, $P=0,353$; para T1, T2 y T3, respectivamente). Las dietas con OC (T2 y T3) mostraron valores de CTTAD menores ($P<0,001$) para todos los nutrientes estudiados con respecto a T1, excepto para el EE donde fueron mayores en T2 y T3 vs. T1 (0,814 y 0,856 vs. 0,759; $P<0,001$) y para la FND, donde T1 y T3 presentaron valores similares (0,504 vs. 0,426; $P>0,05$). La suplementación enzimática en la dieta T3 mejoró ($P<0,05$) el CTTAD de la FND (0,426 vs. 0,249), FAD (0,483 vs. 0,376) y EB (0,840 vs. 0,810) con respecto a la dieta sin enzimas (T2).

CONCLUSIÓN

La inclusión de un 15% de OC en dietas para porcino de finalización no afectó a los rendimientos productivos de los animales, aunque disminuyó la digestibilidad fecal de la energía y algunos nutrientes con respecto a la dieta control. La adición de enzimas en las dietas con OC mejoró el aprovechamiento de la fibra y la energía en este periodo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Petry, A.L., Huntley, N.F., Bedford, M.R., Patience, J.F. 2024. J. Anim. Sci. 102: skad378.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (RTI-2018-095246-B-C21 y C22) y Generalitat Valenciana (Proyectos IVIA-GVA 52201L, cofinanciado por el Programa Operativo FEDER de la CV 2021-2027, y CIAICO/2021/212). Agradecemos al grupo Vall Companys la cesión de los animales y el apoyo técnico prestado y a PORTESA el asesoramiento para la fabricación de piensos.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RASPÓN DE UVA SOBRE LOS RENDIMIENTOS, EFICIENCIA Y METABOLITOS PLASMÁTICOS EN TERNEROS DURANTE SU FINALIZACIÓN

Bouhoula, M.F., Casasús, I., Lobón, S., Joy, M. y Blanco*, M.

CITA-IA2, Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

*mblanco@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La revalorización de subproductos locales para su utilización en la dieta de rumiantes ha vuelto a tomar importancia para el fomento de la economía circular. El raspón de uva (*Vitis vinífera* L.) tiene bajo contenido en proteína bruta y alto contenido en fibras, polifenoles y proantocianidinas (PAC) (Alonso *et al.*, 2002). Dichos compuestos pueden favorecer una menor degradación ruminal de las proteínas y afectan a la ingestión de alimentos y la producción, dependiendo de la dosis ingerida (Min *et al.*, 2020). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de raspón de uva en el pienso de terneros durante la finalización sobre los rendimientos y los metabolitos plasmáticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 terneros machos de raza Parda de Montaña alimentados con piensos iso-energéticos (1,04 UFC/kg MF) e iso-proteicos (11,2% PB MF), que diferían en el contenido de raspón y paja: 0:6 (0% raspón); 3:3 (3% raspón) y 6:0 (6% raspón). Se registró la ingestión individual de pienso y el peso, y se calculó la ganancia diaria de peso (GMD) y el índice de conversión (IC). Además, se extrajo sangre los días -8, 19 y 103 desde el inicio del cebo para analizar urea, creatinina y proteínas totales. Los datos se analizaron estadísticamente con R. El peso y los metabolitos se analizaron con un modelo mixto de medidas repetidas, con el tratamiento, día y su interacción como efectos fijos y el ternero como aleatorio. La ingestión, GMD e IC se analizaron con un modelo lineal con el tratamiento como efecto fijo. Se obtuvieron las medias mínimo-cuadráticas y se compararon con la corrección de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de raspón no tuvo efecto sobre el peso inicial ni al final ($304 \pm 11,1$ kg, respectivamente, $P=0,93$), la ingestión de pienso ($7,53 \pm 0,271$ kg MS/d, $P=0,57$), la GMD ($1,60 \pm 0,053$ kg/d, $P=0,15$) ni el índice de conversión (IC) ($5,16 \pm 0,185$, $P=0,41$). Según Molosse *et al.* (2023), la inclusión del 10% de orujo de uva en la dieta de terneros no afectó a ninguno de estos parámetros cuando se incluyó ensilado, pero redujo la GMD e incrementó el IC cuando se incluyó deshidratado. Las concentraciones plasmáticas de urea y proteínas totales dependieron de la inclusión de raspón ($P\leq 0,04$) y del día ($P\leq 0,003$). La inclusión de raspón del 6% redujo la urea en comparación con el 0% y 3% ($P\leq 0,008$), mientras que la inclusión del 3% raspón incrementó las proteínas totales en comparación con el 0% raspón ($P=0,03$). En el estudio de Molosse *et al.* (2023), la inclusión del 10% de orujo de uva incrementó las proteínas totales, pero no la urea. Las diferencias observadas en urea y proteínas totales sugieren una mejor utilización digestiva del nitrógeno asociada al mayor contenido en PAC de la dieta, ya que pueden limitar la degradación ruminal de las proteínas, disminuyendo la cantidad de amoníaco absorbido y transportado al hígado (Gao *et al.*, 2024). La creatinina plasmática se vio afectada por la interacción entre la inclusión de raspón y el día ($P=0,002$), pero los valores en cada uno de los días no se vieron afectados por la inclusión de raspón.

CONCLUSIÓN

La inclusión de raspón no tuvo efecto sobre el peso final, la ingestión, la GMD ni el IC de los terneros. Sin embargo, redujo la urea y aumentó las proteínas totales en el plasma, pudiendo indicar una mejor utilización digestiva del nitrógeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alonso, Á.M. *et al.* 2002. J. Agric. Food Chem. 50: 5832-5836. • Gao, C. *et al.* 2024. BMC Vet. Res. 20: 23. • Min, B.R. *et al.* 2020. Anim. Nutr. 6 : 231-246. • Molosse, V.L. *et al.* 2023. Anim. Feed Sci. Technol. 302: 115671.

Agradecimientos: A la Destilería San Valero y Cooperativa IVARS. Financiación: proyecto PID2021-128 492OR-I00/AEI/10.13039/501100011033/FEDER UE; Grupo de Investigación INPASS (A23_25R Gobierno de Aragón), Beca otorgada por el CIHEAM Zaragoza.

SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS DE LA SOJA POR BAGAZO DE CERVEZA SECO Y HARINA DE GIRASOL EN EL PIENSO DE CORDEROS: EFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD, LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y METABOLITOS SANGUÍNEOS

Lema-Hurtado*, J.L., Arroyo, J.M., Recalde, A., Heyko, D., de Evan, T.,
Alcamí-Aguado, A. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica
de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

*joseluis.lema@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

La industria cervecera española produce anualmente 41,3 millones de hl de cerveza, generando en el proceso subproductos como el bagazo de cerveza (BC), raicillas de malta y levaduras. El BC es el subproducto más abundante, produciéndose en 2023 alrededor de 826.000 t. Su alto contenido de proteína y fibra degradable en el rumen lo convierten en una alternativa para la alimentación de rumiantes y su uso contribuiría a la sostenibilidad y la economía circular en ganadería. Sin embargo, su alta humedad limita su uso y hay poca información sobre el uso de BC seco en el pienso de corderos de cebo. Por ello, en este estudio se evaluó el efecto de la inclusión de BC seco y harina de girasol (HG) en el pienso de corderos de cebo, sustituyendo a la harina y cascarilla de soja, sobre el rendimiento productivo, metabolitos sanguíneos y la digestibilidad de la dieta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 corderos machos assaf, que se distribuyeron en dos grupos homogéneos según su peso vivo inicial (15.54 ± 0.10 kg) y cada grupo se asignó a un tratamiento: un pienso control con alto contenido en cereales y un pienso experimental (EXP) que incluía BC seco (16,1%) y HG (16,5%) en sustitución de la harina y cascarilla de soja en el pienso control. El BC seco contenía (% materia seca (MS)) un 3,90% cenizas, 27,3% proteína (PB), 9,47% extracto etéreo, 60,1% fibra neutro detergente (FND) y 24,4% fibra ácido detergente (FAD). Los piensos eran isoproteicos (14,5% PB) e isoenergéticos (0,98 UFC/kg). Los corderos recibieron pienso, paja y agua *ad libitum* y al inicio y final de la prueba se tomaron muestras de sangre para el análisis de metabolitos sanguíneos (urea, albúmina, globulinas, proteínas totales y enzimas hepáticas). La ingestión de alimento se registró 2 veces por semana, los corderos se pesaron semanalmente para analizar el rendimiento productivo y se llevó a cabo un ensayo de digestibilidad en 8 corderos/tratamiento. Los corderos se sacrificaron en un matadero comercial al alcanzar un peso aproximado de 25 kg y se registraron los pesos de la canal caliente tras el sacrificio y de la canal fría tras 24 h de oreo en una cámara frigorífica (4°C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de pienso no afectó ($P>0,05$) el consumo de alimento ni el índice de conversión, pero la ganancia media diaria (GMD) de los corderos del grupo EXP tendió a ser menor ($P=0,086$) en comparación al grupo control (309 vs. 342 g/d). Por el contrario, Frasson *et al.* (2018) obtuvieron mejores GMD al incluir un 66% de BC húmedo en la ración de corderos de cebo. La digestibilidad de la MS, PB, FND y FAD no mostró diferencias entre grupos ($P>0,05$), en concordancia con de Assis *et al.* (2023) quien evaluó distintos niveles de inclusión de WBG (7,6; 15; 23 y 30%), sin diferencias en los valores de FND y FAD. No hubo diferencias entre grupos ($P>0,05$) en las concentraciones de metabolitos sanguíneos y enzimas hepáticas, excepto una tendencia a menores ($P=0,082$) concentraciones de albumina en el grupo EXP. El peso al sacrificio y el rendimiento de la canal no se vieron afectados por el tipo de pienso.

CONCLUSIÓN

El BC seco y la HG pueden utilizarse como sustitutos de la harina y cascarilla de soja en el pienso de corderos de cebo sin afectar significativamente a los parámetros productivos, la concentración de metabolitos y enzimas hepáticas en sangre y la digestibilidad de la dieta. La inclusión de BC seco en la dieta de corderos de cebo estará condicionada por su disponibilidad de mercado, así como de su valor en comparación con el de las materias primas que se sustituyen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Assis *et al.* 2023. Small Rumin. Res. 223:106978 • Frasson *et al.* 2018. J. Anim. Sci. Technol. 60:1.

Agradecimientos: Parte del Proyecto I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "FEDER Una manera de hacer Europa". José Luis Lema es beneficiario de la ayuda PRE2022-103743 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+.

SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS DE LA SOJA POR BAGAZO DE CERVEZA SECO Y HARINA DE GIRASOL EN EL PIENSO DE CORDEROS: EFECTOS EN LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE

Lema-Hurtado^{1*}, J.L., Arroyo¹, J.M., de Evan¹, T., Recalde¹, A., Mateo², J., Dehnavi², M. y Carro¹, M.D.

¹Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid; ²Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos, Universidad de León, Campus Vegazana s/n, 24071 León

*joseluis.lema@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

La carne de cordero forma parte de la dieta mediterránea tradicional, siendo los corderos lechales y los de cebo sacrificados a bajo peso (corderos “ligeros”) los preferidos por los consumidores españoles. La inclusión de subproductos agroindustriales en la alimentación de los animales es una práctica en auge que promueve la sostenibilidad y la economía circular, pero es necesario analizar su posible repercusión en la calidad de la carne obtenida. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la inclusión del bagazo de cerveza (BC) seco y harina de girasol (HG), como materias primas alternativas a los productos de la soja, en el pienso de corderos de cebo sobre las características (pH y color), composición química y perfil de ácidos grasos de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 corderos machos de raza assaf que se distribuyeron en dos grupos homogéneos según su peso inicial ($15,54 \pm 0,10$ kg). Cada grupo se asignó a un tratamiento: un pienso control y un pienso (EXP) que contenía BC seco (16,1%) y HG (16,5%) en sustitución de la harina y cascarilla de soja del pienso control. Los dos piensos contenían 145 g de proteína y 0,98 UFC (unidades forrajeras carne) por kg. Los corderos se sacrificaron al llegar a un peso aproximado de 25 kg y se midieron los valores de pH en los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* inmediatamente (0 h) y tras 24 h de oreo de la canal a 4°C. En muestras del *Longissimus dorsi* se analizaron los parámetros de color (método CIELAB) inmediatamente después del sacrificio, así como la composición química y el perfil de ácidos grasos (AG) de la carne tras 24 h de oreo según el método descrito por Manso *et al.* (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de pienso no afectó el pH de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* a las 0 y 24 h ($P>0,05$), en concordancia con los resultados de Frasson *et al.* (2022), quienes incluyeron un 33, 66 y 100% de BC húmedo. Sin embargo, Radzik-Rant *et al.* (2018), al incluir un 35% de BC húmedo en la dieta de corderos reportaron un pH más alto. No se observaron diferencias en los parámetros de color de la carne L^* , a^* , b^* , C^* , h^* ($P>0,05$), coincidiendo de nuevo con Frasson *et al.* (2022). No obstante, Radzik-Rant *et al.* (2018) registraron valores más altos de L^* en corderos alimentados con BC húmedo. No hubo diferencias en la composición química de la carne (humedad, cenizas, proteína y grasa; $P>0,05$), aunque Radzik-Rant *et al.* (2018) observaron un menor porcentaje de grasa y mayor humedad en la carne de corderos alimentados con BC húmedo. El porcentaje de AG poliinsaturados (AGPI) y de AG n-6 tendió a ser mayor ($P=0,08$ y $P=0,06$, respectivamente) en el grupo EXP (16,0 y 14,3%) que en el CON (13,7 y 11,8%), mientras que el porcentaje de AG monoinsaturados (AGMI) presentó diferencias ($P=0,02$; 42,3 vs. 45,2%). Radzik-Rant *et al.* (2018) obtuvieron diferencias en los valores de AGPI, pero los valores de AGMI no fueron significativos en la carne de corderos alimentados con BC húmedo.

CONCLUSIÓN

La sustitución de harina y cascarilla de soja por BC seco y HG en el pienso no afectó negativamente los valores de pH, composición química y color de la carne. Sin embargo, se observó una tendencia al incremento del contenido en AGPI, lo que es beneficioso para el consumo humano; aunque también puede aumentar la susceptibilidad de la carne a la oxidación, reduciendo su vida útil y calidad sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Frasson *et al.* 2018. J. Anim. Sci. Technol. 60:1. • Manso *et al.* 2012. Animal 5:1659. • Radzik-Rant *et al.* 2018. Arch. Anim. Breed. 61:2.

Agradecimientos: Parte del Proyecto I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “FEDER Una manera de hacer Europa”. José Luis Lema es beneficiario de la ayuda PRE2022-103743 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+.

VALORACIÓN NUTRITIVA DE ZANAHORIA, PUERRO Y PIMIENTO COMO INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA DIETAS DE RUMIANTES

Merino, N., Mateos, I., Saro, C., Díaz, A., Rodríguez, V., Valdés, C. y Ranilla*, M.J.
Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n. 24071, León. Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León).
Finca Marzanas. 24346, Grulleros (León)
*mjrang@unileon.es

INTRODUCCIÓN

España es el primer productor de frutas y hortalizas de la UE (MAPA, 2024). Esta elevada producción se asocia con grandes cantidades de residuos y destríos que deben eliminarse del medio ambiente. Su incorporación en la alimentación de los rumiantes podría ser una alternativa sostenible para reciclar estos desperdicios. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química y la fermentación ruminal *in vitro* de zanahoria, puerro y pimiento como primer paso para su valoración nutritiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de zanahoria (ZAN), puerro (PUE) y pimiento (PIM), obtenidas en diversos supermercados, fueron picadas en trozos de 0,5-1 cm y secadas en estufa a 100 °C para determinar su contenido de materia seca (MS). Posteriormente, se molieron a 1 mm y se analizó la composición química: materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB), azúcares totales, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina (LIG) (AOAC, 2005). Se incluyeron además 4 alimentos de referencia: maíz, cebada, soja y pulpa de remolacha (MAI, CEB, SOJ, PUL; respectivamente). Los siete ingredientes se incubaron *in vitro* en cultivos no renovados de microorganismos ruminales. Se pesaron 300 mg de muestra en bolsas ANKOM y se incubaron por cuadruplicado a 39 °C durante 24 horas. Al final de la incubación, se midió la producción de gas, ácidos grasos volátiles (AGV) y metano, la concentración de amoníaco y la degradabilidad de la materia seca de los sustratos (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en MS de ZAN, PUE y PIM no superó el 10%. En cuanto al contenido de azúcares, este fue mayor en los vegetales que en los alimentos convencionales ($P<0,05$). El contenido en PB fue diferente en los 3 subproductos ($P<0,05$), duplicando el PUE a la ZAN (19,0 y 8,58 %, respectivamente) y con valores intermedios para el PIM (13,5 %). EL PUE fue el vegetal con mayor contenido en FND (22,6%), aunque su lignificación fue menor que en el PIM (19,8% vs. 30,1%).

En lo que respecta a la fermentación ruminal *in vitro* de los sustratos, la producción total de AGV fue mayor ($P<0,05$) en los subproductos que en los materiales de referencia. La proporción de acetato de la mezcla fue similar ($P>0,05$) en los 3 subproductos y la PUL y mayor ($P<0,05$) que en el resto de alimentos convencionales. El porcentaje de propionato fue similar en todos los sustratos. La mayor relación acetato/propionato fue la del PUE ($P<0,05$). La degradación de la MS fue, en líneas generales, mayor en los subproductos que en los ingredientes convencionales. La producción de metano varió en función del sustrato y se relacionó con su composición química. La relación CH_4/AGV más baja fue para la ZAN (2,33) y la más alta para el maíz (3,56).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que los destríos de zanahoria, puerro y pimiento pueden ser potencialmente ingredientes alternativos para dietas de rumiantes. Analizar sistemáticamente su composición química y profundizar en los efectos de su inclusión en las dietas sobre la fermentación ruminal es el primer paso antes de su posible aplicación en la práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA. 2024. Análisis de campaña 2023/2024 de hortalizas • Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto PID2021-124648OB-C22 Proyecto financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. N. Merino y V. Rodríguez disfrutaron de un contrato predoctoral de personal investigador y de un contrato del programa Ayudas para la contratación de personal técnico de apoyo a la investigación, para jóvenes incluidos en el Sistema Nacional de Garantía Juvenil, cofinanciados por el Fondo Social Europeo Plus (FSE+) y la Junta de Castilla y León.

INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PIMIENTO EN DIETAS DE OVINO DE LECHE: ESTUDIOS *IN VITRO*

Mateos, I., Merino, N., Díaz, A., Saro, C., Rodríguez, V., López, S. y Ranilla*, M.J.

Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n. 24071, León. Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León).

Finca Marzanas. 24346, Grulleros (León)

*mjrang@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La producción de pimiento es de gran importancia en la provincia de León, representando la mitad de la total de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2022), con más de 1000 toneladas anuales y dos IGP ligadas al producto. Esta producción conlleva un elevado volumen de desrío y de restos de vegetal procesado que, para evitar su acumulación, podría ser utilizado en proximidad como ingrediente alternativo en dietas de ganado ovino lechero. El objetivo de este trabajo fue evaluar la fermentación ruminal *in vitro* de dietas para ovino de leche que incluyen distintos niveles de pimiento en sustitución de ingredientes convencionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formularon cuatro dietas representativas de las utilizadas en ovino lechero, con una relación forraje: concentrado 40:60: una dieta control (CON) y otras con 8, 16 y 24 % MS de pimiento (PIM8, PIM16 y PIM24) como sustituto de parte del maíz, la cebada y la soja de la dieta CON. Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas y se incubaron en cultivos no renovados de microorganismos ruminales a 39 °C durante 24 horas (n=4). Al final de la incubación se midió la producción de gas, ácidos grasos volátiles (AGV) y metano, la concentración de amoníaco y la desaparición de la materia seca de los sustratos (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sustitución de ingredientes de la dieta por pimiento se asoció a un incremento lineal ($P<0,05$) de la producción total AGV (2200, 2662, 2874 y 2986 μmol para CON, PIM8, PIM16 y PIM24, respectivamente). Las producciones de acetato y propionato también aumentaron linealmente ($P<0,05$), con valores para ambos ácidos de 1203 y 662 μmol para CON, 1576 y 764 μmol para PIM8, 1773 y 802 μmol para PIM16, y 1859 y 825 μmol para PIM24. También la proporción de los distintos AGV de la mezcla se vio afectada por el nivel de inclusión de PIM, aumentando ($P<0,05$) la de acetato y disminuyendo ($P<0,05$) las del resto. Como consecuencia, la relación acetato/propionato de las dietas incubadas también aumentó linealmente ($P<0,05$) al incrementar la cantidad de pimiento en la ración (1,83, 2,06, 2,22 y 2,26 para CON, PIM8, PIM16 y PIM24; respectivamente). La desaparición de MS fue mayor en las dietas con PIM que en el control, con un aumento lineal ($P<0,05$) (52,7, 55,3, 57,9 y 58,8 % para CON, PIM8, PIM16 y PIM24). También la producción de metano aumentó de manera lineal ($P<0,05$) aunque, esta no fue diferente entre CON y PIM8 (277 y 289 μmol ; $P>0,05$). A pesar del aumento de la producción de metano, no hubo diferencias significativas entre dietas ($P>0,05$) en la relación CH_4/AGV .

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la inclusión de pimiento en una dieta para ganado ovino lechero en sustitución de ingredientes convencionales mejoró la fermentación ruminal *in vitro* en comparación con la dieta control. Queda por determinar los posibles efectos sobre la fermentación ruminal a medio plazo para avanzar hacia su posible utilización en alimentación animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Junta de Castilla y León, 2022.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto PID2021-124648OB-C22 financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. N. Merino y V. Rodríguez disfrutaban de un contrato predoctoral de personal investigador y de un contrato del programa Ayudas para la contratación de personal técnico de apoyo a la investigación, para jóvenes incluidos en el Sistema Nacional de Garantía Juvenil, cofinanciados por el Fondo Social Europeo Plus (FSE+) y la Junta de Castilla y León.

IMPACTO DE USO DE POSO DE CAFÉ EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS LECHERAS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, LA CALIDAD DE LA LECHE, LA PRODUCCIÓN DE METANO Y LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE LA CUAJADA

Medjadbi^{1*}, M., Goiri¹, I., Atxaerandio¹, R., Charef¹, S.E., Benhissi¹, H., Ibarruri², J., Iñarra², B., San Martín², D. y García-Rodríguez¹, A.

¹Departamento de Producción Animal, NEIKER – Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Campus Agroalimentario de Arkaute s/n, 01192; ²AZTI, Food Research, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Parque Tecnológico de Bizkaia, Astondo Bidea, Edificio 609, Derio, Bizkaia 48160

*mmedjadbi@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

El poso de café (PC), debido a su riqueza en compuestos fenólicos, puede presentar beneficios en la alimentación de los rumiantes (Díaz de Otálora *et al.*, 2020). Medjadbi *et al.* (2024) encontraron que la inclusión de hasta un 20% de PC en el concentrado redujo de manera efectiva la emisión de CH₄, además de mejorar la eficiencia proteica y el estatus antioxidante en ovejas, aunque disminuyó la digestibilidad aparente. En el presente estudio ampliamos nuestra investigación a condiciones productivas para determinar el efecto de dosis crecientes de PC sobre el rendimiento productivo y la composición de la leche, las emisiones de CH₄ y las características sensoriales de la cuajada en ovejas lecheras de raza Latxa.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este ensayo de 7 semanas, 48 ovejas de raza Latxa fueron agrupadas en cuartetos según la producción lechera y los días en lactación. Dentro de cada cuarteto, las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los cuatro tratamientos correspondientes al nivel de inclusión de PC en el concentrado: control (0%), 10%, 15% y 20%. Los concentrados fueron formulados para aportar cantidades similares de energía, proteína y grasa y para satisfacer los requerimientos de producción de las ovejas. El concentrado se ofreció individualmente en dos porciones de 450 g de materia seca por ordeño y se ofreció heno de festuca *ad libitum* de forma grupal. Se determinó el efecto sobre la producción y composición de la leche, las emisiones de CH₄, el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche y las características sensoriales de la cuajada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de PC en el concentrado redujo de manera lineal tanto las emisiones diarias (P=0,025) como la intensidad de emisión de CH₄ (P=0,001). Además, se observó un cambio en el perfil de AG de la leche, disminuyendo linealmente los AG saturados totales (P=0,005) e incrementando de forma lineal los AG monoinsaturados y polinsaturados totales (P=0,019 y P<0,001, respectivamente). Esto podría explicarse por el efecto inhibidor de los polifenoles sobre la microbiota ruminal responsable de la metanogénesis y la biohidrogenación (Vasta *et al.*, 2019). No se observó un efecto negativo sobre la producción diaria de leche ni sobre sus constituyentes. Finalmente, los consumidores habituales de cuajada no lograron diferenciar si ésta se había elaborado con leche de ovejas alimentadas con poso de café o con una dieta convencional.

CONCLUSIÓN

La inclusión de hasta un 20% de PC en el pienso reduce las emisiones de CH₄ y mejora el perfil de AG de la leche sin afectar la producción ni la composición de la leche o la calidad sensorial de la cuajada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• De Otálora, X.D., Ruiz, R., Goiri, I., Rey, J., Atxaerandio, R., San Martín, D., Orive, M., Iñarra, B., Zufia, J., Urkiza, J., García-Rodríguez, A. 2020. Anim. Feed. Sci. Technol. 264: 114461. • Medjadbi, M., García-Rodríguez, A., Atxaerandio, R., Charef, S.E., Picault, C., Ibarruri, J., Iñarra, B., San Martín, D., Serrano-Pérez, B., Martín-Alonso, M.J., Goiri, I. 2024. J. Anim. Sci. 102: skae351. • Vasta, V., Daghighi, M., Cappucci, A., Buccioni, A., Serra, A., Viti, C., Mele, M. 2019. J. Dairy. Sci. 102: 3781-3804.

Agradecimientos: La publicación es parte de la ayuda PRE2021-099639, financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033, por el FSE+ y por el Programa Europeo de Medio Ambiente LIFE (LIFE19ENV_ES_000186).

BIOMARCADORES DE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN OVEJAS LECHERAS: ANÁLISIS METABOLÓMICO DIRIGIDO DE LA LECHE

Fonseca^{1*}, P.A.S., Toral¹, P.G., Yáñez-Ruiz², D.R., Hervás², G. y Frutos¹, P.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León;

²Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008 Granada

*p.fonseca@csic.es

INTRODUCCIÓN

Estimar la eficiencia alimentaria (EF) en ovejas lecheras es muy complejo por la dificultad de medir la ingestión de los animales, ya sea por el esfuerzo en tiempo o por su elevado coste. Sin embargo, conocer las bases biológicas de la EF puede favorecer la selección de animales más eficientes y reducir así los costes de producción y el impacto ambiental, a la vez que se mejora la rentabilidad (Madilindi *et al.*, 2022). Por tanto, la identificación de variables sustitutivas que puedan predecir la EF sería de enorme interés. Resultados previos de nuestro grupo de investigación apoyan la creciente evidencia de que el metabolismo proteico (ya sea anabolismo o catabolismo) tiene un papel central en la EF en animales lecheros (Toral *et al.*, 2023). En este trabajo, investigamos el potencial de los metabolitos de la leche para agrupar adecuadamente a ovejas lecheras con perfiles de EF divergentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 3 semanas, se recopilaron datos sobre la ingestión, la producción y la composición de la leche, así como el peso vivo de 40 ovejas Assaf en lactación (día $62 \pm 0,1$ posparto al inicio del ensayo). A partir de estos datos, se calcularon 2 índices de EF: la ingestión residual de alimento (RFI; Marina *et al.*, 2024) y el índice de eficiencia alimenticia (FEI; Toral *et al.*, 2023), respectivamente. Las ovejas se clasificaron como más eficientes (EF+; n=6) y menos eficientes (EF-; n=6), basándose en los extremos de la distribución de ambos índices (i.e., RFI y FEI). Al final del periodo experimental, se tomaron muestras de leche de cada animal para realizar un estudio metabolómico dirigido para la cuantificación de aminoácidos, aminos, intermediarios metabólicos seleccionados, así como nucleósidos, nucleobases y carnitinas libres y de cadena corta mediante UPLC-MRM/MS. Los datos fueron procesados con el software *Agilent MassHunter Profinder* para la detección de picos y con *Mass Profiler Professional* para su alineación e integración. Posteriormente, utilizando los metabolitos que aparecían en al menos el 75% de las muestras, se llevó a cabo un análisis discriminante de mínimos cuadrados dispersos (sPLS-DA) mediante el paquete *mixOmics* en R (v4.4.2). Tras este paso, se estimaron los valores de importancia variable en la proyección (VIP) de cada metabolito y se seleccionaron aquellos con $VIP > 1,5$. Además, se evaluaron las diferencias en la abundancia de estos metabolitos entre los grupos de EF mediante la prueba U de Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el control de calidad, se trabajó con un total de 106 metabolitos. El análisis sPLS-DA realizado con este conjunto de metabolitos logró una completa separación de los grupos de EF, con las dos primeras dimensiones explicando el 19% y el 14% de la variabilidad, respectivamente. Posteriormente, la selección mediante el criterio VIP identificó un subconjunto de 12 metabolitos (ác. D-alfa-aminobutírico, ác. diaminopimélico, 3-hidroxy-L-tirosina, glicina, isoleucina, leucina, metionina, ornitina, fenilalanina, prolina, purina y ác. úrico). La aplicación de sPLS-DA a este subconjunto también permitió una separación completa de los grupos de EF, aumentando considerablemente el porcentaje de variabilidad explicado por la primera dimensión (hasta el 56%). Además, la abundancia de los 12 metabolitos seleccionados fue significativamente diferente entre los grupos EF+ y EF- ($P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

Los resultados, aún preliminares, muestran que un subconjunto de 12 metabolitos con diferencias significativas entre los grupos EF+ y EF- separan eficientemente los dos grupos. Estos resultados respaldan el uso de metabolitos lácteos para la clasificación y selección de animales más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Madilindi, M.A. *et al.* 2022. *Livestock Sci.* 258: 104871 • Marina, H. *et al.* 2024. *J. Dairy Sci.* 107(7): 4743-4757 • Toral, P.G. *et al.* 2021. *J. Dairy Sci.* 104: 5569-5582 • Toral, P.G. *et al.* 2023. *J. Dairy Sci.* 106(6): 3947-3960.

Agradecimientos: Proyectos PID2020-113441RB-I00 y PID2023-146979OB-I00 (MCIN/MCIU/AEI, España y Fondos FEDER).

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO EN TRES EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS

Cerqueira^{1,2,3*}, J.L., Teixeira¹, A.F.A., Camiña⁴, M., Cantalapiedra⁵, J. y Araújo^{1,2,6}, J.P.

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal; ²Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agro-alimentares e Sustentabilidade (CISAS), IPVC, Viana do Castelo, Portugal; ³Centro de Investigação em Ciência Animal e Veterinária (CECAV) e Laboratório Associado para Ciência Animal e Veterinária (AL4AnimalS), Portugal; ⁴Dep. Fisiología. Fac. Veterinaria Univ. Santiago Compostela, Av. Carvallo Calero, Lugo, Spain; ⁵Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, Spain; ⁶Centro de Investigación de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal

*cerqueira@esa.ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

Lograr una ingesta temprana y adecuada de calostro de alta calidad es ampliamente reconocido como el factor de manejo más importante para determinar la salud y la supervivencia del ternero neonato (Lombard *et al.*, 2020). Los beneficios del calostro pueden atribuirse a las inmunoglobulinas, así como a los altos niveles de nutrientes y numerosos compuestos bioactivos que estimulan la función inmunológica, así como el crecimiento y desarrollo posnatal. La concentración de inmunoglobulinas G (IgG) se ha utilizado para definir la calidad del calostro, que siendo de alta calidad contiene ≥ 50 g de IgG/L (Godden *et al.*, 2019). El objetivo del trabajo consistió en evaluar la calidad del calostro en tres explotaciones de vacas lecheras en el municipio de Ponte de Lima, de Norte de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron 75 muestras de calostro del primer ordeño de vacas recién paridas, en tres explotaciones (25/granja) y se congelaron hasta su análisis en laboratorio. Se evaluó el color, textura, grado Brix con recurso a refractómetro, pH y conductividad eléctrica a través de equipo Consort C3020 y también se midió la densidad del calostro. Para determinar el efecto del número de lactación sobre la cantidad de IgG, se utilizó el método estadístico ANOVA, aplicando la prueba de Tukey para comparar medias a través del programa SPSS (versión 29).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número medio de lactaciones de las vacas progenitoras fue de $2,0 \pm 1,1$ (entre la 1ª y la 6ª lactación) y las IgG presentes en el calostro fueron de $46,8 \pm 37,4$ g/L. Se observó que todas las muestras fueron ligeramente ácidas (pH <7), con valores de $6,0 \pm 0,2$. La conductividad eléctrica media fue de $4,1 \pm 0,4$ mS/cm y la densidad de $1,06 \pm 0,027$ g/ml. Los colores predominantes del calostro fueron el amarillo con 44,0% y el beige (41,3%). Con menor frecuencia le sigue el color marrón con un 12,0% y en un porcentaje residual (2,7%) el color rosado. Casi la mitad de las muestras (48,0%) presentaron consistencia líquida, el 14,7% consistencia líquida con presencia de crema, el 25,3% fueron poco espesas y el 12,0% de textura espesa y cremosa. No se observó efecto ($P > 0,05$) del número de lactación sobre la cantidad de IgG, sin embargo, es posible observar una tendencia, en que la cantidad media de IgG aumente proporcionalmente al crecimiento de las lactaciones de las vacas (1ª lactación= $48,4 \pm 38,5$ g/L y ≥ 4 ª lactación= $66,7 \pm 60,0$ g/L), como lo confirman igualmente Biemann *et al.* (2010). Cerca de 30% de las muestras recogidas presentaron valor superior a 50 g/L de IgG, principalmente de vacas más viejas, un valor recomendado para conferir la transferencia deseada de inmunidad pasiva a los terneros, según lo defendido por Biemann *et al.* (2010) y Godden *et al.* (2019).

CONCLUSIÓN

La calidad del calostro presentó gran variabilidad entre vacas principalmente para las IgG, por lo tanto, siempre se recomienda medir la calidad del calostro antes de almacenarlo o administrarlo a los terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biemann, V. *et al.*, 2010. J. Dairy Sci. 1: 93: 3713-3721.
- Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R. 2019. Food Anim. Pract. 35: 535-556.
- Lombard, J.N. *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 7611-7624.

Agradecimientos: Proyecto UIDB/05937/2020 financiado por FCT - Portugal.

EFFECTO DEL MÉTODO DE ALIMENTACIÓN (INGREDIENTES ADMINISTRADOS POR SEPARADO O RACIÓN MEZCLADA COMPLETA) SOBRE LAS EMISIONES DE METANO EN EL GANADO VACUNO DE CEBO

Arbaoui^{1*}, A., Gonzalo², G., Belanche¹, A. y de Vega¹, A.

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza; ²Servicio de Experimentación Animal, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza
*arbaoui.amira@yahoo.fr

INTRODUCCIÓN

Se considera que la fermentación entérica de los rumiantes es la principal fuente de gases de efecto invernadero (GEI) de origen agrícola (Janssen, 2010), representando aproximadamente el 3,5% de los GEI de origen antropogénico (Luke y Tonsor, 2024). Además, la metanogénesis supone una pérdida de entre el 3 y el 10% de la energía bruta ingerida por los animales (Appuhamy *et al.*, 2016). Entre las estrategias alimentarias para reducir la producción de metano entérico se ha sugerido la administración de la ración en forma de mezcla completa en vez de los ingredientes por separado (Bharanidharan *et al.*, 2018), aunque no se ha encontrado literatura científica acerca de esta práctica en terneros en cebo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dieciocho terneros de cruce Montbéliarde ($268 \pm 2,8$ kg), canulados en el rumen, fueron distribuidos en dos grupos de nueve animales cada uno. A uno de los grupos se le ofreció un pienso de cebo comercial y paja de cebada molida y granulada, por separado, y al otro grupo los mismos ingredientes en forma de ración completa mezclada, con proporciones 90:10 de pienso y paja. Todos los animales fueron alimentados *ad libitum*, ofreciéndose el alimento una vez al día (a las 8 horas). Tras 20 días de adaptación a la dieta, se midió la producción de gas a las 7 (antes de la administración de la ración), 11 y 19 horas. Para ello se utilizó un gasómetro diseñado *ad hoc*, obteniéndose muestras del gas producido que se inyectaron inmediatamente en un sensor de infrarrojos previamente calibrado con estándares de concentraciones conocidas de metano y CO₂. El proceso se repitió una semana después. La ingestión de materia seca se determinó diariamente a lo largo del ensayo y el peso de los animales al inicio y al final del mismo. La digestibilidad se estimó utilizando las cenizas insolubles en ácido como marcador interno, tomándose muestras puntuales del recto de los animales dos veces al día (8 y 17 horas) durante los días 33-36 del ensayo. La producción de GEI se analizó estadísticamente utilizando el procedimiento MIXED de SAS (versión 9.4). El tratamiento, el día de muestreo, la hora de muestreo anidada al día y todas las interacciones posibles se consideraron factores fijos, mientras que el animal fue considerado como un efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma de administración de la ración no afectó a la producción de metano o CO₂, independientemente de que se expresara como porcentaje del gas emitido, como litros/h o litros/día, como litros/kg de materia orgánica digestible ingerida, o como litros/kg de incremento de peso. Estos resultados contrastan con los hallados por Bharanidharan *et al.* (2018), aunque estos autores utilizaron un plano de alimentación del 1,5% del peso vivo frente al 2,4% utilizado en el presente ensayo. La ausencia de diferencias en la producción de GEI debida a la forma de administración de la ración también ha sido reportada por Lee *et al.* (2023) en terneros Hanwoo alimentados con un 85% de concentrado y un 15% de forraje.

CONCLUSIÓN

La administración de la ración a terneros en cebo intensivo en forma de ración mezclada completa no disminuye las emisiones de GEI en comparación a cuando se administra el pienso y la paja por separado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Janssen, P.H. 2010. Anim. Feed Sci. Tech. 160: 1-22.
- Luke, J.R. y Tonsor, G.T. 2024. Sustainable Production and Consumption 50: 364-375.
- Appuhamy, J.A.D.R.N. *et al.* 2016. Glob. Change Biol. 22: 3039-3056.
- Bharanidharan, R. *et al.* 2018. PLoS ONE 13: e0202446.
- Lee, S. *et al.* 2023. J. Anim. Sci. Technol. 65: 1270-1289.

EFFECTO DEL TIPO DE FUENTE DE PROTEÍNA EN SUSTITUTOS DE LECHE SOBRE LA CINÉTICA DE LOS METABOLITOS EN TERNERAS

El Yaakoubi*, F., Guirratí, K., Manuelian, C.L., Caja, G. y Salama, A.A.K.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España

*ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La nutrición en terneros durante la fase de lactancia es fundamental para su desarrollo y futuro productivo. Los sustitutos de leche (SL) se utilizan ampliamente cuando la leche materna no está disponible para reducir costos de producción o mejorar la uniformidad en la alimentación. La composición de estos sustitutos, especialmente el tipo de fuente proteica, influye significativamente en la cinética de metabolitos clave como la glucosa (GLU), los ácidos grasos y la urea, afectando la homeostasis energética y el crecimiento de los terneros (Huang *et al.*, 2015; Morrison *et al.*, 2017). Este estudio evaluó el efecto de diferentes fuentes proteicas en SL sobre la cinética de metabolitos sanguíneos en terneras con el objetivo de optimizar su formulación para mejorar la salud y el crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 25 terneras Angus × Frisona de 12 ± 1 días de edad y $41,9 \pm 1,1$ kg de peso inicial. Las terneras se distribuyeron en 5 grupos de 5 animales equilibrados por peso y edad según el tipo de sustituto lácteo (SL): LEC (leche entera, control), PCO (proteínas lácteas coagulables con Lys, Met y Thr), PS1 (proteínas séricas con Lys, Met y Thr), PS2 (proteínas séricas con Lys, Met, Thr y Val), y PVE (proteínas vegetales con Lys, Met, Thr y Val). El experimento tuvo una duración de 15 d, durante los cuales las terneras se alojaron en grupos separados con cama de paja. Los animales fueron alimentados exclusivamente con los SL (2 tomas/d) siguiendo un plan de alimentación gradual de 1,5 a 3 L por toma a una concentración de 125 g/L. La salud de las terneras se monitoreó diariamente según el protocolo de la Univ. Wisconsin. El día 15 del ensayo se tomaron muestras de sangre seriadas de la vena yugular a 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6 y 8 h después de la toma de la mañana del SL. El plasma se congeló para los análisis posteriores de urea, creatinina, GLU, AST y ALT mediante métodos estandarizados. Los datos se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas en SAS v9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de GLU (111 ± 3 mg/dL) y creatinina ($1,07 \pm 0,02$ mg/dL) no variaron entre tratamientos, pero sí con el tiempo ($P < 0,001$). Hubo una interacción ($P < 0,001$) entre el tratamiento y tiempo para la GLU, donde los niveles de GLU aumentaron después de tomar los SL, pero retornaron a su nivel basal a los 180, 240, 120, 120 y 120 min para los LEC, PCO, PS1, PS2 y PVE, respectivamente. Además, la GLU en PS1 y PS2 tendió ($P < 0,10$) a aumentar nuevamente respecto al nivel basal a los 360 y 480 min. El tratamiento afectó ($P < 0,001$) los niveles de urea, siendo el más alto en LEC ($20,4 \pm 1,5$ mg/dL) y el más bajo en PCO ($9,4 \pm 0,7$), en línea con Niroumand *et al.* (2020), quienes reportaron que el contenido de proteína en la dieta influye en los niveles de urea en sangre. Los SL enriquecidos con Val (PS2 y PVE) presentaron los valores más altos ($P < 0,05$) de AST (52,8 UI/L) y ALT (6,25 UI/L), mientras que los valores más bajos de AST (42,5 UI/L) y ALT (4,39 UI/L) se detectaron en LEC. Morrison *et al.* (2017) demostraron que la suplementación con aminoácidos (AA) puede modificar el metabolismo hepático. La ganancia media diaria de peso vivo fue similar entre tratamientos (430 ± 31 g/d). Asimismo, los SL con proteínas no coagulables (séricas o vegetales) suplementadas con AA (PS1, PS2 y PVE) no afectaron negativamente el crecimiento de las terneras, como también reportaron Huang *et al.* (2015) al utilizar proteínas vegetales como la soja y el arroz.

CONCLUSIÓN

La absorción de glucosa varió a lo largo del tiempo post-ingestión en función de la fuente proteica en el SL. Sin embargo, tanto los SL con proteínas lácteas coagulables como los que contenían proteínas séricas y vegetales suplementadas con AA no afectaron el crecimiento de las terneras a corto plazo. No obstante, el uso de SL con proteínas no coagulables suplementadas con AA podría incrementar la actividad enzimática hepática, lo que sugiere una mayor carga metabólica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Huang, K., Tu, Y., Si, B., Xu, G., Guo, J., Guo, F., Yang, C., Diao, Q. 2015. Anim. Nutr. 1(4): 349-355.
- Morrison, S.Y., Campbell, J.M., Drackley, J.K. 2017. J. Dairy Sci. 100: 1-13.
- Niroumand, M., Rezayazdi, K., Ganjkanlou, M. 2020. Iran. J. Vet. Med. 14(2): 189-204.

EFFECTO DEL DIÁMETRO DEL GRANULADO SOBRE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA, pH DEL RUMEN Y COMPORTAMIENTO ANIMAL EN TERNEROS ALIMENTADOS CON DIETAS RICAS EN CONCENTRADO

Verdú^{1*}, M., Soldevila¹, X., Villalba², D. y Cucurull¹, J.

¹Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida;

²Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida, 25198, Lleida

*marsal.verdu@bonarea.com

INTRODUCCIÓN

El procesado del pienso y su forma de presentación pueden afectar la fermentación ruminal y la eficiencia productiva (Theurer, 1986; Owens *et al.*, 1997; Offner *et al.*, 2003). El tamaño y dureza del pellet pueden influir en la accesibilidad microbiana a los nutrientes fermentables, contrarrestando el potencial de fermentación (Solanas *et al.*, 2008) y riesgo de acidosis (Castillo *et al.*, 2006) asociado a la granulación. El estudio sostuvo la hipótesis de que incrementando el diámetro del granulado los terneros ingerirían pienso más lentamente, aumentando la capacidad de producir saliva; estos hechos permitirían mejorar las condiciones digestivas e influir positivamente en la eficiencia alimentaria. Así pues, el objetivo fue evaluar el efecto del diámetro del pellet de pienso sobre el consumo y conversión alimentaria, el pH del rumen, la salud digestiva y el comportamiento en terneros frisón alimentados con dietas ricas en concentrado a lo largo de un cebo entero. La presente comunicación solo incluye los resultados de la fase de crecimiento, ya que el estudio aún está en desarrollo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 48 terneros frisón [$179 \pm 19,5$ kg de peso vivo (PV) y $156 \pm 24,1$ días de edad], distribuidos en 24 corrales de PV y edad similar (2 terneros/corral), fueron utilizados para evaluar el diámetro del granulado hasta los 112 días de estudio ($351 \pm 28,9$ kg de PV y $268 \pm 24,1$ días de edad). Se formuló un único pienso para la fase de crecimiento que difirió en el diámetro del granulado: 3,5, 8,0 y 16,0 mm. Cada tratamiento se asignó aleatoriamente a uno de los 24 corrales ($n = 8$ réplicas/tratamiento). Los terneros fueron alimentados con pienso, paja y agua *ad libitum*. Semanalmente se registró el consumo de pienso y paja por corral, y cada 14 días, individualmente, el PV, el grado de meteorismo (Johnson *et al.*, 1958) y la consistencia de las heces (Lesmeister y Heinrichs, 2004). Además, los días 56 y 112 se obtuvieron muestras de líquido ruminal mediante sonda esofágica para medir el pH y se evaluó el comportamiento animal por corral (Verdú *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento de tamaño del granulado tendió ($P = 0,09$) a disminuir el consumo de pienso diario ($6,80$ y $6,89$ vs. $7,31 \pm 0,161$ kg/día para 16,0 y 8,0 en comparación con 3,5 mm); sin embargo, no se observaron diferencias en el resto de los parámetros productivos durante el período de crecimiento (ganancia media diaria: $1,53 \pm 0,048$ kg/día; consumo diario de paja: $0,72 \pm 0,051$ kg/día e índice de conversión: $5,07 \pm 0,075$ kg/kg). No se evidenció efecto del diámetro del granulado sobre el pH del rumen ($5,71$; $5,84$ y $5,92 \pm 0,092$ para 3,5; 8,0 y 16,0 mm) ni en la salud digestiva. Tampoco se halló impacto del tamaño del granulado en el porcentaje de terneros comiendo y rumiando ($14,9$; $18,8$ y $25,0 \pm 4,18$ %), ni en la frecuencia de conductas orales ($2,5$; $3,4$ y $3,4 \pm 0,93$ veces/15 min) o estereotipias *tongue rolling* ($0,11$; $0,06$ y $0,04 \pm 0,06$ veces/15 min).

CONCLUSIÓN

A la espera de más resultados que incluyan la totalidad del cebo, el incremento del diámetro del granulado permite entrever evidencias prometedoras en la mejora de la eficiencia alimentaria, reduciéndose el consumo de pienso sin afectar el crecimiento, el comportamiento animal ni la salud digestiva en el cebo intensivo de terneros alimentados con dietas ricas en concentrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo *et al.*, 2006. Vet. Res. Commun. 30: 823-837.
- Johnson *et al.*, 1958. J. Anim. Sci. 17: 893-902.
- Lesmeister K. y Heinrichs, A. 2004. J. Dairy. Sci. 87: 3439-3450.
- Offner *et al.*, 2003. Anim. Feed Sci. Technol. 106: 81-93.
- Owens *et al.*, 1997. J. Anim. Sci. 75: 868-879.
- Solanas *et al.*, 2008. Livest. Sci. 117: 203-214.
- Theurer, C.B., 1986. J. Anim. Sci. 63: 1649-1662.
- Verdú *et al.*, 2015. J. Anim. Sci. 93: 1-16.

Agradecimientos: Al personal de fábrica de Bujaraloz y granja Nial de bonÀrea Agrupa, además de Xavi Puig, estudiante de trabajo de final de grado de la Universitat de Lleida.

PREDICCIÓN DEL PERFIL BIOQUÍMICO EN SANGRE DE TERNERAS POR NIR

Guirratí, K., El Yaakoubi, F., Albanell, E., Salama, A.A.K. y Manuelian*, C.L.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Facultat de Veterinària,
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona

*carmen.manuelian@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los marcadores bioquímicos permiten evaluar el estado metabólico y nutricional de los animales y detectar deficiencias nutricionales, optimizando así las dietas (Aboshady *et al.*, 2024). Mientras los métodos convencionales son costosos y lentos, la espectroscopía del infrarrojo cercano (NIR) se presenta como una alternativa económica, rápida y no destructiva (Brown *et al.*, 2020). A pesar de su amplia aplicación en diversas áreas, su uso en muestras plasmáticas aún es limitado. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue desarrollar modelos de predicción NIR para determinar marcadores bioquímicos en terneras lactantes alimentadas con leche enriquecida con aminoácidos esenciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 25 terneras Angus × Frisona de 12 ± 1 días de edad y $41,9 \pm 1,16$ kg de peso vivo fueron divididas en 5 grupos según el tipo de sustituto lácteo: i) leche entera; ii) proteínas lácteas coagulables con Lys, Met y Thr; iii) proteínas séricas con Lys, Met y Thr; iv) proteínas séricas con Lys, Met, Thr y Val, y v) proteínas vegetales con Lys, Met, Thr y Val. Las terneras se mantuvieron estabuladas durante 15 días y eran alimentadas 2 veces al día. El último día se tomaron 175 muestras de sangre de forma seriada (0, 1, 2, 3, 4, 6 y 8 h) tras la toma de la mañana. Para cada muestra plasmática se tomó la lectura NIR y se realizó el análisis bioquímico (creatinina, glucosa, ALT, AST y urea). La lectura NIR se realizó con un NIRSystem 5000 (FOSS, Dinamarca) en el rango de 1,100–2,500 nm cada 2 nm. Se recogieron los espectros en modo transflectancia usando una cubeta de cuarzo con un reflector de oro (0,5 mm paso óptico). Cada muestra se analizó por duplicado y se promedió para obtener un único espectro por muestra. Los modelos de predicción se desarrollaron con Win ISI III (v.1.6, FOSS). Para ello, se dividió el conjunto de datos en un set de calibración (80% de las muestras) y un set de validación (20%) y se desarrolló una regresión de mínimos cuadrados parciales modificados. Los tratamientos espectrales utilizados para corregir el efecto de la dispersión de la luz fueron la variable normal estándar (SNV), la SNV junto con la corrección de tendencia (SNV+D) y la corrección de dispersión múltiple (MSC), combinadas con 6 tratamientos matemáticos. La calidad predictiva se evaluó mediante el coeficiente de determinación para la calibración (R^2), para validación cruzada y para validación externa (R^2_{VAL}); error estándar de calibración (SEC), de validación cruzada y de validación externa (SEP); la desviación predictiva residual, el sesgo y la pendiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los marcadores bioquímicos analizados presentaron concentraciones medias de $1,07 \pm 0,110$ mg/dL, $108,9 \pm 15,69$ mg/dL, $48,4 \pm 6,78$ UI/L, $5,89 \pm 1,166$ UI/L, $14,0 \pm 4,17$ mg/dL, para creatinina, glucosa, AST, ALT y urea, respectivamente. Los mejores modelos de predicción se obtuvieron para urea con la corrección SNV ($R^2 = 0,83$; SEC = 1,70), y para glucosa con la corrección MSC ($R^2 = 0,71$; SEC, 6,83). Sin embargo, estos modelos no validaron correctamente (Urea, $R^2_{VAL} = 0,16$; SEP = 3,59; Glucosa, $R^2_{VAL} = 0,42$; SEP = 11,22) y tampoco se consiguieron modelos adecuados para el resto de parámetros ($R^2 < 0,40$). No obstante, García-García *et al.* (2014) demostraron el potencial del NIR como método exploratorio para la determinación de urea ($R^2_{VAL} = 0,83$) y glucosa ($R^2_{VAL} = 0,64$) en suero humano utilizando NIR con Transformada de Fourier (FT-NIR). En soluciones de diálisis artificial, Henn *et al.* (2018) consiguieron buenas calibraciones tanto para urea como para glucosa ($R^2_{VAL} \geq 0,86$) utilizando FT-NIR, pero se debe señalar que estos autores solo utilizaron 49 muestras para la calibración y 25 muestras para la validación de un dializado artificial y no muestras sanguíneas reales.

CONCLUSIÓN

Aunque los coeficientes de determinación para la calibración de urea y glucosa fueron aceptables y en línea con la bibliografía, la validación externa no consiguió los resultados esperables. Los siguientes pasos a seguir serán el desarrollo de modelos con selección de longitud de ondas, así como valorar el potencial predictivo del perfil plasmático de aminoácidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboshady, H.M. *et al.* 2024. Anim. 18: 101354.
- Brown, B.A. *et al.* 2020. Can. J. Anim. Sci. 100: 557-569.
- García-García, J.L. *et al.* 2014. Anal. Methods. 6: 3982-3989.
- Henn, R. *et al.* 2018. J. Biophotonics. 11: e201700365.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE FITASA EN PIENSO DE LECHONES SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, LA DIGESTIBILIDAD Y LA MINERALIZACIÓN ÓSEA

Vázquez^{1*}, J., Ramos¹, J., Villca¹, B., Cordero², G. y Lizardo¹, R.

¹IRTA-Nutrición Animal, Centro Mas Bové, Ctra Reus-El Morell, Km 3.8, 43120 Constantí, Tarragona;

²AB Vista, c/ Perú, 6, 2^a, 28290 Las Rozas, Madrid

*jennifer.vazquez@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El cerdo no dispone de enzimas endógenas que hidrolicen los enlaces de fósforo (P) del ácido fítico (hexafosfato de inositol) de las materias primas lo que conlleva que los piensos tengan que ser suplementados con fosfatos inorgánicos para poder satisfacer sus necesidades en P (Eeckhout y Paepe, 1994). La inclusión de fitasas exógenas en los mismos permite liberar el P-orgánico, reduciendo la necesidad de suplementar con P-inorgánico (Olsen *et al.*, 2019), su excreción en el purín y el riesgo de impacto medioambiental (Lei *et al.*, 2013). Por otro lado, la reducción del nivel de P de la dieta puede tener consecuencias sobre la mineralización ósea (Floradin *et al.*, 2024) afectando al rendimiento productivo y la longevidad de los animales. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de dosis crecientes de una fitasa en la dieta de lechones sobre los parámetros productivos, la digestibilidad de nutrientes y la mineralización ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 150 lechones (Pi x (LW x LD)), machos y hembras, de 8,42 kg peso vivo (PV) fueron distribuidos en 10 bloques según sexo y PV en 50 corrales. Se utilizaron 5 tratamientos experimentales: una dieta con nivel normal de calcio (Ca) y P, otra con un nivel marginal de Ca y P y esta misma suplementada con 300, 600 y 1000 FTU / Kg de fitasa (Quantum Blue, AB Vista). Todas las dietas fueron igualmente suplementadas con TiO₂ para determinar la digestibilidad de nutrientes (cenizas, Ca y P). El PV, la ganancia de peso (GMD), el consumo de pienso (CMD) y el índice de conversión (IC) fueron evaluados después de 5 semanas. Al finalizar el estudio, se recogieron muestras de heces y se sacrificaron 50 lechones (1/corral) para extraer los metacarpos III y IV y evaluar la mineralización ósea. Todos los datos fueron analizados según el procedimiento GLM del software estadístico SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los parámetros productivos (GMD, CMD e IC) estudiados se vieron negativamente afectados por la reducción de los niveles de P y Ca de la dieta (P<0,001) mientras que la inclusión de fitasa, independientemente de la dosis, los restableció (P<0,001). La inclusión de fitasa en la dieta mejoró la digestibilidad fecal de la materia seca, de las cenizas y del Ca respecto a los tratamientos sin fitasa (P<0,001), independientemente del nivel de P de la dieta. Además, la digestibilidad de las cenizas y del P se vio proporcionalmente aumentada por la dosis de fitasa utilizada (P<0,001), de acuerdo con lo observado por Olsen *et al.* (2019). El peso de los metacarpos y, en particular, su respectivo contenido en cenizas fue negativamente afectado por los niveles de P (P<0,001) mientras que la inclusión de fitasa tan solo lo restableció a la dosis más elevada (P<0,001). La concentración en P y Ca del hueso no se vio afectada (P>0,10) por los tratamientos experimentales. Estos resultados concuerdan con las observaciones de Tsai *et al.* (2020) en lechones alimentados con dietas adecuadas y bajas en P.

CONCLUSIÓN

Los resultados del ensayo sugieren que la inclusión de la fitasa permite reducir la incorporación de P-inorgánico en las dietas sin afectar los parámetros productivos, la digestibilidad de los minerales y la mineralización ósea, contribuyendo así, a reducir el impacto medioambiental de las deyecciones del ganado porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eeckhout, W. y Paepe M. 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 47: 19-29
- Floradin P., Pomar C., Létourneau-Montminy M.P., Schlegel P. 2024. Animal 18: 101241
- Lei, X.G., Weaver, J.D., Mullaney, E., Ullah, A.H., Azain, M.J. 2013. Annu. Rev. Anim. Biosci. 1: 283-309.
- Olsen K.M., Gould S.A., Walk C.L., Serão N.V.L., Hansen S.L., Patience J.E. 2019. J. Anim. Sci. 97: 327-337
- Tsai T.C., Dove R., Bedford M.R., Azain M.J. 2020. Anim. Nutr. 6(1): 9-15.

Agradecimientos: Se agradece la participación del personal de fábrica de piensos, los cuidadores de los animales en granja, así como de los analistas del laboratorio de Nutrición Animal de IRTA.

EFFECTO DE LA DEPLECIÓN-REPLECIÓN DE FÓSFORO EN LA DIETA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ÓSEAS DEL CERDO

Palacios-Duchicela*, R., Font-i-Furnols, M. y Brun, A.

IRTA-Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, España

*ronald.palacios@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El fósforo (P) es uno de los minerales más importantes añadido a la dieta de los cerdos (conjuntamente con el calcio (Ca)) debido a su implicación en la mineralización ósea, aunque una fracción de P es excretado en las heces, causando problemas medioambientales. Actualmente se están estudiando estrategias alimentarias de reducción de P. Sin embargo, además del contenido mineral óseo general del animal, es importante conocer los efectos que tienen estas dietas sobre las características de cada hueso individualmente. Por esto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad ósea de cerdos alimentados con diferentes estrategias alimentarias a lo largo del crecimiento y de los huesos individuales en la fase final, mediante tomografía computarizada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 48 cerdos macho (Large White x Landrace) con un peso corporal inicial de $13,8 \pm 2,3$ kg, alimentados con 2 dietas: Control (C) = cumple los requerimientos nutricionales, y restringida (R) = 60% de los requerimientos de P y Ca durante las 3 fases de crecimiento, resultando en 4 estrategias alimentarias (CCC: control, RCC: compensatorio 1, RRC: compensatorio 2 y RRR: deficiente). Los cerdos fueron escaneados al inicio del ensayo y al final de cada fase con un tomógrafo (TC) (Philips Brilliance 16, Ámsterdam, NL). Después del sacrificio se extrajeron el fémur, humero, metacarpo III y IV, escapula, 1ª y 12ª costillas, y 1ª vertebra lumbar, se escanearon y se determinó su densidad (Picouet *et al.*, 2010). El análisis estadístico incluyó la estrategia, hueso e interacción como efectos fijos y corral como unidad experimental, y se aplicó Tukey (proc MIXED, SAS®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad ósea de los cerdos vivos en las fases iniciales (1 y 2) con depleción (R) disminuye respecto a la C, mientras que al final del período de crecimiento (fase 3), la densidad de los animales de tratamiento RCC y RRC se recuperó y no fue diferente a los CCC ($P > 0,05$). Esto muestra el efecto compensatorio de las dietas de depleción-repleción administradas, debido a la capacidad que tienen los cerdos de mejorar la utilización digestiva y metabólica del P, recuperando el contenido mineral óseo con la fase de repleción (Létourneau-Montminy *et al.*, 2014; Lautrou *et al.*, 2024). El análisis entre los diferentes tipos de huesos dentro de la misma estrategia alimentaria mostró diferencias significativas ($P < 0,001$). Los metacarpus III y IV presentaron la mayor densidad ósea, mientras que la 1ª costilla y la 1ª vertebra lumbar mostraron la menor densidad. Esto muestra que los huesos respondieron diferente ante la misma estrategia alimentaria ya que el contenido mineral óseo de los huesos se ve afectado por la proporción de hueso trabecular metabólicamente activo (Gonzalo *et al.*, 2018). Además, se observó que la densidad ósea de las costillas y la escapula fue mayor en los tratamientos CCC y RRC que en el RRR ($P < 0,05$). La densidad ósea de la 1ª vertebra lumbar, fue significativamente mayor en la estrategia RRC ($1,72 \text{ g/cm}^3$) en comparación con la estrategia RRR ($1,66 \text{ g/cm}^3$).

CONCLUSIÓN

Los resultados indicaron que la aplicación de estrategias de depleción-repleción (RCC y RRC) de P y Ca tienen la capacidad de recuperar las características óseas (densidad) en la etapa final del crecimiento de los cerdos en comparación con la estrategia CCC. Por lo tanto, la aplicación de estrategias alimentarias podría ser una alternativa para disminuir la cantidad de P utilizado en los piensos para los cerdos. Asimismo, las costillas y vértebras lumbares pueden ser los huesos de referencia a evaluar para determinar el efecto de la dieta sobre su mineralización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzalo, E. *et al.* 2018. *Animal* 12(6): 1165–1173.
- Lautrou, M. *et al.* 2024. *Animal* 18(12): 101355.
- Létourneau-Montminy, M.P. *et al.* 2014. *J. Animal Sci.* 92(9): 3914-3924.
- Picouet, P. *et al.* 2010. *Meat Sci.* 86: 616-622.

Agradecimientos: Proyecto SUSPORK PID2021-124423OR-I00 financiado por MICIU/AEI/ 10.13039/5011 00011033 y por FEDER, UE. Y al IRTA por la beca doctoral 2023 a Palacios R.

EFFECTO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA MOVILIZACIÓN DE RESERVAS DE CERDAS EN LACTACIÓN

López, E., Fornós, M., Gasa, J. y Solà-Oriol*, D.

Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI^{BA}), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra 08193, España

*david.sola@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La inmensa mayoría de cerdas movilizan reservas corporales durante la lactación. Esta movilización, que es muy variable entre cerdas, resulta de especial importancia durante la primera semana o diez días de lactación. Las cerdas que más movilizan suelen destetar un mayor peso de camada, aunque no queda claro si existe una relación directa o inversa entre el grado de movilización y la ingestión de pienso y tampoco se conoce como se comporta la relación tejido magro/tejido graso que se moviliza. El objetivo es estudiar el efecto de la ingestión de pienso, expresado como nivel de producción (NP), sobre la productividad y la movilización de reservas de cerdas hiperprolíficas en lactación, mantenidas en condiciones comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se monitorizó la lactación de 56 cerdas Landrace x Large White multiparas (de 3° a 6° parto) provenientes de una granja comercial con 3.500 cerdas productivas. Se registró el peso vivo (PV) y el espesor de grasa dorsal (EGD) de las cerdas a la entrada a la paridera y al destete, el número y peso de los lechones (nacidos totales, NT; nacidos vivos, NV; y destetados), así como la mortalidad registrada durante la lactación y el peso de los lechones muertos. Se estimó el PV de las cerdas post parto según Mallmann *et al.* (2018). Se registró diariamente la ingestión de pienso y el NP se calculó individualmente dividiendo la Energía Neta (EN) total ingerida por la EN destinada al mantenimiento. Se administró un único pienso de lactación con 2,36 Mcal EN/kg y 1,1% de Lisina total. Para la partición de la Energía Metabolizable (EM) se siguió la recomendación de Dourmad *et al.* (2008); se calculó la ingestión de EM multiplicando la ingestión de pienso por el contenido en EM del pienso (Mcal/kg), la EM para mantenimiento se obtuvo en función del peso metabólico de la cerda, la EM destinada a la producción de leche a partir del número de lechones amamantados y el aumento de peso de la camada y la EM movilizada se calculó por diferencia. Finalmente se realizó el cálculo del tejido magro y graso movilizados siguiendo las puntualizaciones realizadas por Gasa *et al.* (2023). Los resultados se sometieron a análisis de regresión simple donde la variable "X" es el NP y las "Y" distintos parámetros de productividad y de partición de la energía en el cuerpo de la cerda mediante Proc REG del paquete estadístico SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El NP supone una forma de expresar la ingestión de pienso corregida, al menos parcialmente, por el PV de la cerda. El NP medio registrado fue de $3,9 \pm 0,82$ con valores extremos entre 2,0 y 5,0. Al elevar el NP aumentó linealmente el peso de la camada a los 22 días ($R^2=0,105$; $P<0,001$; $b=6,68$ kg de camada/unidad de NP) y el peso ganado con relación al día 1 ($R^2=0,123$; $P<0,001$; $b=5,70$). Se observó una relación inversa entre el NP alcanzado y el PV y EGD de las cerdas al parto ($R^2=0,093$; $P=0,022$ y $R^2=0,074$; $P=0,043$; respectivamente); sin embargo, la pérdida de PV ($15,3 \pm 20,98$ kg) y de EGD ($0,04 \pm 1,835$ mm) durante la lactación no estuvieron correlacionados con el NP ($P>0,10$). Finalmente, existe una correlación positiva entre el balance energético, medido en EN ($R^2=0,343$; $P<0,001$; $b=3,08$ Mcal EN/unidad de NP) o EM ($R^2=0,339$; $P<0,00001$; $b=3,89$), y el NP. Sin embargo, no se pudo constatar un efecto del NP ($P>0,10$) sobre al tipo de tejido modificado (magro o graso).

CONCLUSIÓN

Se confirma que las cerdas que llegan con más PV y EGD al parto consumen menos pienso y que al aumentar el NP mejora el peso de la camada al destete. Al aumentar el NP también mejora el balance energético de la cerda, pero los resultados no son concluyentes en relación con el efecto del NP sobre el tipo de tejido movilizado o depositado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dourmad, J.Y. *et al.* 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 143: 372-386.
- Gasa, J. *et al.* 2023. J. Agric. Sci. 161: 847-856.
- Mallmann, A.L. *et al.* 2018. Acta Sci. Vet. 46: 1-8.

EFFECTO DEL HIERRO ADMINISTRADO VÍA AGUA DE BEBIDA EN EL CRECIMIENTO Y NIVELES DE HEMOGLOBINA EN LECHONES DESTETADOS

Sobrevia*, L., Blavi, L., Laird, S., Ton Nu, M.A., Tibble, S. y Koppenol, A.

AB Neo, PL Fraga, C/ Comunidad de Murcia, parc. LIE-1-03, 22520 Fraga (Huesca)

*laia.sobrevia@ab-neo.com

INTRODUCCIÓN

El hierro (Fe) es un mineral esencial para la salud y desarrollo de los lechones destetados. Al nacer, las reservas de hierro son limitadas y se agotan rápidamente después del destete debido a la transición de la leche materna a la alimentación sólida. La deficiencia de hierro puede provocar problemas de salud graves como la anemia ferropénica (Bhattarai y Nielsen, 2015). El hierro es fundamental para la formación de la hemoglobina (proteína responsable del transporte de oxígeno en la sangre) y del correcto funcionamiento de diversas enzimas y procesos metabólicos (Rincker *et al.*, 2004). El objetivo de la prueba es evaluar el uso de hierro en agua de bebida durante la fase de post destete sobre los rendimientos productivos de los lechones y los niveles de hemoglobina en sangre.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 528 lechones (24 días de edad, $6,77 \pm 0,28$ kg de peso vivo) se distribuyeron en dos tratamientos (22 lechones/corral, $n=12$), uno con 130 mg Fe/L en agua de bebida durante los primeros 12 días post-destete (FeT) y un grupo control negativo (NC) sin suplementación de hierro a través del agua de bebida. El estudio duró 42 días, y se dividió en 3 fases: fase 1 (1-14 días), fase 2 (14-28 días) y fase 3 (28-42 días). La inclusión de Fe fue de 100 ppm en la fase 1 y 80 ppm en las fases 2 y 3, usando el mismo pienso común en ambos tratamientos. El rendimiento del crecimiento (peso corporal, ganancia media diaria, consumo diario de alimento y conversión alimenticia), la mortalidad y el descarte se midieron por fase. Se tomaron muestras de sangre los días 0 y 12 para evaluar los niveles de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hct). Los datos se analizaron mediante ANOVA utilizando el Modelo Lineal General (JMP, version 17; SAS® Inst., Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de hierro en el agua mejoró ($P<0,007$) el peso corporal (8,60 kg frente a 8,29 kg), la ganancia media diaria (132 g/día frente a 107 g/día) y el índice de conversión (1,44 frente a 1,72) durante la administración de hierro (fase 1), pero no se observaron diferencias ($P>0,1$) para las fases 2 y 3. Hay estudios que indican que cerdos anémicos en el momento del destete pueden pesar 0,82kg menos 21 días después del destete (Perri *et al.*, 2016). En relación a la mortalidad, sí que hubo diferencias ($P<0,032$) durante todo el período, donde los lechones FeT tuvieron menos mortalidad que los NC (1,20% vs. 2,41%, respectivamente). En cuanto a los parámetros sanguíneos, hubo una tendencia ($P=0,057$) en los niveles de Hb, donde los cerdos suplementados con Fe tuvieron una menor disminución a los 12 días en comparación al control negativo (-0,72% vs. -1,61%, respectivamente). Un aumento de 10g de Hb/L de sangre equivale a un aumento de peso de 17,2 g en la ganancia de peso corporal durante las 3 semanas post destete (Bhattarai y Nielsen, 2015). La adición de hierro al agua no afectó el consumo de agua de los lechones.

CONCLUSIÓN

La suplementación de hierro vía agua durante los primeros 12 días mejoró los parámetros productivos, redujo la mortalidad y la caída de hemoglobina mientras el producto fue administrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhattarai, S. y Nielsen, J.P. 2015. Association between hematological status at weaning and weight gain post-weaning in piglets. *Livest. Sci.* 182: 64-68.
- Perri, A. M., Friendship, R.M., Abvp, D., Harding, J.C.S, Abvp, D., Sullivan, T.L.O. 2016. An investigation of iron deficiency and anemia in piglets and the effect of iron status at weaning on post-weaning performance. *J. swine Heal. Prod.* 24: 10-20.
- Rincker, M.J., Hill, G.M., Link, J.E., Rowntree, T.E. 2004. Effects of dietary iron supplementation on growth performance, hematological status, and whole-body mineral concentrations of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 82: 3189-3197.

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA SALUD HEPÁTICA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

Bonel^{1*}, D.P., González¹, R., De Pablo², J.M., Chinchilla¹, B., Rodríguez^{2,3}, A. e Isabel¹, B.

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria UCM; ²Centro de Vigilancia Sanitaria Veterinaria (VISAVET), Facultad de Veterinaria UCM; ³Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria UCM

*dbonel@ucm.es

INTRODUCCIÓN

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se ha consolidado como una de las especies más relevantes en acuicultura, siendo la principal especie de aleta cultivada. Sin embargo, la salud y el bienestar de la trucha arcoíris pueden verse comprometidos por desequilibrios nutricionales presentes en las dietas comerciales. Específicamente, la administración de piensos con altos niveles de carbohidratos, grasas o perfiles lipídicos descompensados puede inducir alteraciones metabólicas severas, entre las que destaca la esteatosis hepática (NRC, 2011). Esta patología no solo afecta negativamente la salud hepática y el sistema inmune de los animales, sino que también reduce la calidad del producto final, impactando en el rendimiento económico de las explotaciones acuícolas (Duman *et al.*, 2022). Este estudio tiene como objetivo analizar el efecto de dos tipos de dietas comerciales, con diferentes composiciones nutricionales, en la salud hepática de truchas arcoíris.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 25 truchas arcoíris que recibieron dos dietas diferentes durante 6 semanas: un pienso formulado según las necesidades de crecimiento de la especie (pienso A: 12 truchas) (NRC, 2011) y un pienso comercial de cebo (pienso B: 13 truchas). Tras este periodo de tiempo, se realizó el sacrificio de las truchas y se evaluaron las características macroscópicas e histológicas del hígado y la inmunopresión de la proteína de choque térmico Hsp70, que es un marcador de estrés metabólico. Para el análisis estadístico, se empleó el programa GraphPad Prism®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las truchas alimentadas con el pienso B presentaron una prevalencia significativamente mayor de esteatosis hepática, caracterizada por degeneración macrovacuolar difusa, que comprime al núcleo del hepatocito hacia la periferia, y congestión vascular. Estas alteraciones se correlacionaron con el perfil lipídico del pienso B, el cual mostró niveles elevados de ácido oleico y ácidos grasos omega-6, así como una baja relación n-3/n-6 (0,59). Estudios previos han demostrado que una ratio n-3/n-6 inferior a 0,7 está asociada con un aumento en el riesgo de enfermedades metabólicas hepáticas en peces carnívoros, como la trucha arcoíris (Caballero *et al.*, 2002; Dong *et al.*, 2023). En comparación, el 67% de las truchas alimentadas con el pienso A, con una relación n-3/n-6 superior (1,55), mostraron hígados normales tanto macroscópicamente como histológicamente, con gránulos PAS-positivos homogéneamente distribuidos, indicativos de un metabolismo eficiente de carbohidratos.

En cuanto a la expresión de Hsp70, se observó una marcada disminución en las truchas del grupo B. Esta proteína mostró una expresión restringida debido al acúmulo de vacuolas lipídicas en el citoplasma de los hepatocitos. La reducción en la expresión de Hsp70 podría explicarse por un estrés metabólico crónico inducido por el perfil lipídico del pienso B, que favoreció la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y agotó la capacidad adaptativa de esta proteína, como ya se ha descrito en peces sometidos a estrés crónico (Baharloeï *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

Estos hallazgos enfatizan la importancia de un balance adecuado en el perfil de ácidos grasos de las dietas acuícolas. Mientras que los niveles elevados de ácidos grasos insaturados y omega-6 favorecen la aparición de esteatosis hepática, un mayor contenido de omega-3 parece tener un efecto protector, reduciendo el estrés metabólico y promoviendo la salud hepática. Por lo tanto, resulta necesario optimizar los perfiles nutricionales de los piensos comerciales para minimizar el impacto de patologías hepáticas y maximizar el rendimiento productivo en la acuicultura sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baharloeï, M. *et al.* 2021. Vet. Res. Forum 12: 473-479.
- Caballero, M.J. *et al.* 2002. Aquaculture 214: 253-271.
- Dong, X. *et al.* 2023. Fish Physiol. Biochem. 49: 345-356.
- Duman, M. *et al.* 2022. Erciyes Univ. Vet. Fak. Derg. 19: 1-10.
- NRC. 2011. Nutritional Requirements of Fish and Shrimps.
- Zhang, C., *et al.* 2020. Fish Physiol. Biochem. 46: 2389-2402.

DATOS COMPOSICIONALES EN NUTRICIÓN ANIMAL

Navarro Marcos^{1*}, C., de Evan², T., Arroyo², J.M. y Astiz-Blanco³, S.

¹Departamento de Producción Animal, UCM, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid;

²Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB-UPM, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid;

³Departamento de Reproducción Animal, INIA-CSIC, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

*carlon05@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Algunos de los datos que se obtienen en experimentos de nutrición animal son composicionales, es decir, se muestran como una fracción de una cantidad total. Los datos expresados en porcentajes donde la suma de todas las fracciones es 100, como por ejemplo el perfil de ácidos grasos de un tejido, podrían considerarse composicionales. Considerar estos datos como composicionales es relevante, ya que este tipo de datos requieren análisis específicos y analizarlos sin las herramientas adecuadas puede dar lugar a interpretaciones erróneas. El objetivo de este trabajo fue comparar los resultados obtenidos al analizar el perfil de ácidos grasos (AG) en muestras de plasma de novillas con herramientas convencionales y herramientas específicas para datos composicionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos obtenidos en un ensayo para evaluar una microalga como fuente de AG poliinsaturados. Se tomaron muestras de sangre de 9 novillas al inicio del ensayo y, posteriormente, se añadió un 1% de microalga a su ración. El contenido calórico en las dos raciones fue similar. A los 14 días se volvieron a tomar muestras de sangre. Se analizó el perfil de AG plasmático mediante cromatografía de gases (López-Bote *et al.*, 1997). Las proporciones de los diferentes AG a los 0 y 14 días se analizaron estadísticamente mediante una prueba *t-student* para muestras pareadas si el test de normalidad de Shapiro-Wilk mostraba un $P > 0,05$; en caso contrario, se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon para muestras pareadas. También se analizaron los AG expresados como g/kg. Para tratar la naturaleza composicional de los datos, las proporciones de AG se transformaron mediante la función *CLR* del paquete *easyCODA* de R y se analizaron como se ha descrito anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias en los resultados obtenidos por los dos métodos para los AG C16:0 ($P < 0,001$ vs. 0,183, para las proporciones y los datos transformados, respectivamente), C18:0 (0,019 vs. 0,458), C18:3n-6 (0,065 vs. 0,126) y C18:3n-3 (0,070 vs. 0,194). La utilización de uno u otro método puede tener implicaciones a la hora de interpretar los resultados. La proporción de C16:0 (14,0 y 16,0% a los 0 y 14 días, respectivamente) y C18:0 (20,4 y 22,6%) en el plasma de los rumiantes es elevada. Los *P*-valores obtenidos podrían sugerir que la concentración aumentó significativamente al añadir la microalga. Sin embargo, un aumento del 15 y el 11% para el C16:0 y el C18:0, respectivamente, al añadir una pequeña cantidad de una microalga rica en AG insaturados podría ser difícil de explicar. Este incremento también podría ser debido a la biohidrogenación de los AG insaturados. Por otro lado, al utilizar las proporciones de AG, se observó una mayor proporción de C18:3n-3 (4,05 y 3,82%) y C18:3n-6 (0,92 y 0,81%) a los 0 días. La microalga tenía un contenido relativamente elevado de C18:3n-3 (9,22 g/kg MS). En un experimento *in vitro* previo se evaluó la biohidrogenación ruminal de los AG de esta microalga y se observó que aproximadamente el 50% de C18:3n-3 escapaba de la biohidrogenación ruminal. En este ensayo, el C18:3n-3 podría haberse biohidrogenado completamente, pero en este caso, quizás esperaríamos no observar diferencias. La inclusión de la microalga también podría haber influenciado la fermentación ruminal. En ninguno de estos AG se observaron diferencias al utilizar los datos transformados. Por último, los resultados obtenidos al analizar los AG expresados en g/kg fueron distintos a los dos otros métodos, especialmente con relación al AG más abundante, el C18:2n-6, ya que con estos datos no se observaron diferencias ($P = 0,950$ vs. $P < 0,001$ y $P = 0,022$).

CONCLUSIÓN

Si bien se desconoce qué interpretación es la correcta, queda claro que ésta varía en función de los datos utilizados. Por otro lado, el análisis de datos composicionales puede resultar complejo y deben considerarse múltiples aspectos como la implicación de los patrones (tanto internos como externos) utilizados en el análisis cromatográfico o qué transformaciones son más adecuadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López-Bote *et al.* 1997. Anim. Sci. 64: 177-186.

APORTES NUTRITIVOS DE PASTOS DE ZONAS DE MONTAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE TERNEROS DE LA RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES. NW ASTURIAS

Osoro-Corsino^{1*}, A., Roca-Fernández², A.I., López-Mosquera¹, M.E. y Barreiro³, A.

¹Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería; ²Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias; ³Departamento de Edafología y Química Agrícola. Campus de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela
*andres.osoro@usc.es

INTRODUCCIÓN

En zonas de montaña, como en las que habita la raza autóctona Asturiana de los Valles, se suele recurrir a los pastos permanentes como base principal de la alimentación del ganado vacuno de carne. Ello se ve propiciado por el hecho de que el pastoreo se adapta bien a zonas en las que la orografía dificulta el acceso de la maquinaria y la rusticidad de los animales les permite vivir en esas regiones. Esto, ligado a la tendencia actual en la reducción del uso de concentrados para la cría y el engorde del ganado por el elevado coste en alimentación que ello supone, entre otros, pone de relevancia la necesidad de conocimiento sobre el valor nutricional de los pastos con el fin de conseguir maximizar el potencial productivo de los terneros con los recursos pastables disponibles. Por ello, el objetivo de este trabajo es evaluar los aportes nutritivos procedentes de estos pastos como alimento en terneros de dicha raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se han seleccionado 5 prados, localizados en terrenos de montaña del noroccidente del Principado de Asturias, tomando al azar un total de 5 muestras de hierba por prado, mediante el método de Hodgson (1990). Los pastos se encuentran gestionados por varias explotaciones de ganado en extensivo con bovinos de la raza Asturiana de los Valles. Las especies vegetales predominantes en los prados objeto de estudio son gramíneas como *Agrostis capillaris* L. y *Festuca rubra* L. y leguminosas como *Trifolium repens* L. de un total de 17 taxones. En función de los análisis bromatológicos realizados por NIRS en dichas muestras se ha tratado de cuantificar la ingesta de minerales y energía por parte de los terneros y evaluar qué porcentaje de las necesidades nutricionales de éstos se cubrirían en base a los datos de referencia de Rodríguez Castañón (1994). Además, se ha estimado la ganancia media diaria (GMD) de peso de los animales por el consumo de hierba. Para los cálculos se han tenido en cuenta terneros de 250 kg de peso vivo (PV) con un nivel estimado de ingestión en kg de MS/día del 2,5% de PV (Caravaca y González, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que con el empleo de dichos pastos se cubrirían el 100% de las necesidades nutricionales de los terneros en calcio y potasio, el 99,8% de las de energía, el 85,9% de las de proteína y el 68,6% de las de fósforo. La Fibra Ácido Detergente alcanzó valores del 33,63% de MS, la Estimación de la Digestibilidad, del 71% y el Valor Relativo del Forraje, del 129, lo que permite clasificar al forraje de primera calidad. Dado que el fósforo es un elemento mineral fundamental en la producción animal, sería necesario suplementar al ganado con dicho mineral. El consumo de estos pastos permitiría el crecimiento de terneros a razón de 800 g/día hasta los 550 kg de PV. En caso de reducción al mínimo del concentrado, o eliminándolo del todo, el ciclo de vida de los terneros tendría que alargarse hasta los 15 meses de vida para su venta a matadero.

CONCLUSIÓN

La gestión del acabado de los terneros de raza Asturiana de los Valles en extensivo, con el uso mínimo de concentrado, resulta una buena estrategia para aplicar en estos territorios al ser capaces los pastos de satisfacer las necesidades de los animales y disminuir, con ello, los costes de alimentación del ganado, y contribuir, además, a la sostenibilidad económica de las ganaderías. De cara al sector sería necesario que los animales vendidos fuesen aceptados como añejos, hacia donde parece que tiende el mercado futuro. Es también recomendable una ordenación pascícola de las explotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Caravaca y González. 2015. Eus. • Hodgson. 1990. Science into Practice. • Rodríguez Castañón, A. 1994, N° 1/94. SERIDA.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer a los ganaderos que colaboraron en la investigación.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENSILADO DE UNA MEZCLA DE BAGAZO DE CERVEZA Y CAPOTA DE ALMENDRA

Alcamí-Aguado*, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Recalde, A. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

*a.alcami@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

El bagazo de cerveza es el subproducto más abundante de la industria cervecera y presenta unas características adecuadas para su uso en la alimentación de rumiantes, pero su elevada humedad dificulta su transporte y almacenamiento. Por ello, en este trabajo se evaluó a lo largo del tiempo el ensilado de una mezcla de bagazo de cerveza (BC) y capota de almendra (CA) como método de conservación. La CA fue elegida como materia prima en la mezcla por su alto contenido en azúcares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una mezcla 77% de BC y 23% de CA para obtener un 37-38% de materia seca (MS). El BC y CA contenían un 22,2 y 93,4% de MS, respectivamente. Se prepararon 16 ensilados en bolsas de vacío (500 g/bolsa) y se almacenaron a temperatura ambiente durante 90 días. Para analizar la evolución de las características del ensilado se realizaron aperturas (4 bolsas/tiempo de muestreo) en los días 0, 4, 22 y 90 de almacenamiento. Se analizó el contenido en materia seca (MS) de los ensilados, así como el pH y la concentración en ácido láctico, $\text{NH}_3\text{-N}$ y ácidos grasos volátiles (AGV) en el extracto obtenido tras homogeneizar 50 g de ensilado con 500 mL de agua destilada y filtrar la mezcla obtenida por cuatro capas de gasa. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza en el que el tiempo fue el único factor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en MS disminuyó significativamente ($P<0,001$) al avanzar el tiempo (de 38,3 a 37,0%), mientras que el pH inicial (5,16) se redujo hasta 3,87 a los 90 días ($P<0,001$), siendo este pH adecuado para un buen ensilado (Kung *et al.*, 2018). La concentración de ácido láctico aumentó con el tiempo ($P=0,001$) de 5,19 a 54,7 g/Kg MS ensilada, siendo estos valores similares a los observados por Allen y Stevenson (1975) en ensilados de BC húmedo. De forma similar, la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ aumentó ($P<0,001$) de 1,57 a 6,48 g/Kg MS ensilada, indicando una degradación de la proteína durante el almacenamiento (Huhtanen *et al.*, 2007). En cuanto a los AGV, el ácido acético aumentó ($P<0,001$) de 0,365 a 3,28 g/Kg MS, mientras que el ácido butírico no mostró variación a lo largo del tiempo, manteniéndose siempre en valores bajos ($< 0,059$ g/kg MS). No se detectó ácido propiónico a ningún tiempo de muestreo. Respecto a los AGV minoritarios, no se detectó ácido isobutírico en ninguna de las aperturas salvo en el día 90 (0,166 g/kg MS). Por el contrario, solo se detectó ácido valérico en el día 0 (0,023 g/Kg MS) y ácido isovalérico en los días 0 y 21 (0,118 g/Kg MS). La relación láctico/acético alcanzó un máximo de 74,6 a los 21 días, disminuyendo a los 90 días hasta valores similares a los iniciales debido al gran incremento de ácido acético observado el día 90.

CONCLUSIÓN

El pH del ensilado descendió a un nivel óptimo ($<4,5$) a los 22 días de almacenamiento, acompañado de una ligera reducción de la cantidad de MS y un aumento de la concentración de ácido láctico. La evolución de las características del ensilado a lo largo del tiempo siguió los cambios temporales descritos en la bibliografía para ensilados de otras materias primas e indica que el ensilado es una opción viable para la conservación del BC y CA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Allen, W.R. y Stevenson, K.R. 1975. Can. J. Anim. Sci. 55(3): 391-402, • Huhtanen *et al.* 2008. J Dairy Sci. 91(3):1150-8, • Kung *et al.* 2018. J. Dairy Sci. 101: 4020-4033

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto de I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

A. Alcamí-Aguado disfruta de una Ayuda "Doctorados Industriales", siendo esta publicación parte de la ayuda DIN2024-013451 financiado por el MICIU/AEI/10.13039/501100011033.

APROVECHAMIENTO DEL ORUJO DE TOMATE ENRIQUECIDO CON β -GLUCANOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Osorio^{1*}, L., Aguilera², J.R., García³, A.J., Cardoso⁴, F., García⁵, R. y Alcalde¹, M.J.

¹Dpto Agronomía. Universidad de Sevilla. Crta Utrera Km.1. 41013 Sevilla; ²Dpto de Nutrición y Bromatología, Toxicología y Medicina Legal. Universidad de Sevilla. C/Profesor García González 2. 41012 Sevilla; ³Corsevilla. Crta Guadalcanal, Km.1. 41370 Cazalla de la Sierra (Sevilla); ⁴Dpto de I+D+i. CICAP. Ctra. Industrial Dehesa Boyal, 8, Parcela 9-13, 14400 Pozoblanco (Córdoba); ⁵Campus de Excelencia Internacional CEIA3. C/Alfonso XIII, 13, Centro, 14001 Córdoba

*losorio@us.es

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional conlleva a un incremento en la demanda de alimentos que obliga a intensificar la producción ganadera (Parra-Cortés *et al.*, 2019), generando desafíos como la mayor prevalencia de enfermedades, el aumento en costes de los piensos y las restricciones en el uso de medicamentos (Cuenca *et al.*, 2022). Este trabajo propone diseñar nuevos aditivos basados en la biotransformación del orujo de tomate (OT), mediante hongos lignocelulolíticos con capacidad inmunomoduladora, para su incorporación en los piensos (Valverde *et al.*, 2015; Duarte *et al.*, 2020). Con ello, se pretende mejorar el bienestar animal, reduciendo la dependencia de antibióticos gracias a la presencia de β -glucanos y otras sustancias bioactivas, contribuyendo a una ganadería más sostenible dentro del marco de la economía circular.

MATERIAL Y MÉTODOS

El OT estabilizado en estufa a 80°C fue rehidratado al 80 % de humedad e inoculado con cinco cepas de hongos (*P. ostreatus*, *L. edodes*, *G. lucidum*, *T. versicolor* y *H. erinaceus* al 5% (w/w) para biotransformar el OT. Tras identificar el hongo con el mejor tiempo de latencia (T1) y colonización del sustrato (T2), se optimizó la biotransformación del sustrato empleando 8 mezclas de OT con paja y alfalfa en diferentes proporciones. Una vez seleccionadas las condiciones óptimas de cultivo, los 8 productos resultantes fueron secados, molidos y analizados para caracterizar su composición química y bioactiva. Los análisis realizados con el software R-4.4.2. incluyeron la determinación de proteína, fibra, carbohidratos y compuestos bioactivos. Todos los experimentos se realizaron con al menos tres réplicas independientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pleurotus ostreatus presentó la mejor cinética de crecimiento en OT, registrando los menores tiempos de T1 (2 días) y colonización T2 (<10 días). Esto indica una mayor adaptación al sustrato gracias a su capacidad para metabolizar carbohidratos presentes en el OT (Sandoval *et al.*, 2017). No se observaron diferencias en el crecimiento del hongo al utilizar OT mezclado con paja y alfalfa en distintas proporciones. Por ello, se optó por emplear exclusivamente OT como sustrato, ya que su biotransformación mostró un mayor contenido de proteínas solubles (29,9%), mejorando así su perfil nutricional (Eliopoulos *et al.*, 2022). Se mejoró la biodisponibilidad de diferentes compuestos y perfil de aminoácidos esenciales (Freixo *et al.*, 2012). La biotransformación incorporó β -glucanos (0,42%) y ergosterol (0,03%) no presentes inicialmente en el sustrato.

CONCLUSIÓN

Pleurotus ostreatus demostró una excelente adaptación al orujo de tomate (OT), optimizando su biotransformación. El uso exclusivo de OT como sustrato mejoró la biodisponibilidad de compuestos esenciales y generó sustancias bioactivas como β -glucanos, enriqueciendo su perfil nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuenca, M. *et al.* 2022. Arch. Zootec. 71(273): 62-69.
- Duarte, A.S. *et al.* 2020. Acta Biol. Colomb. 25(1): 61-74
- Sandoval, L.M.B. *et al.* 2017. REDVET. Rev. Electrón. Vet. 18(8): 1-16.
- Eliopoulos, C. *et al.* 2022. Environ. Sci. Pollut. Res. 29(20): 29562-29569.
- Freixo, M.R. *et al.* 2012. World J. Microbiol. Biotechnol. 28(1): 245-254.
- Parra-Cortés, R.I. *et al.* 2019. ITEA-Inf. Téc. Econ. Agraria 115(4): 342-359.
- Valverde, M.E. *et al.* 2015. Int. J. Microbiol. 2015(1): 376387.

Agradecimientos: Financiación con Grupo Operativo 'GO-Tomatho. Proyecto GOPG-SE-23-0006 de la Junta de Andalucía.

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON CASTAÑA EN LA CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA MUSCULAR EN DISTINTAS LOCALIZACIONES DEL 'PORCO CELTA'

Echegaray^{1*}, N., Agregán¹, R., Pateiro¹, M., Bermúdez¹, R. y Lorenzo^{1,2}, J.M.

¹Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España;

²Área de Tecnoloxía dos Alimentos, Facultade de Ciencias de Ourense,

Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*noemiechegaray@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

En Galicia, la preservación de razas autóctonas como el 'porco Celta' constituye una preocupación creciente en los sistemas de producción animal, especialmente en aquellos en los que se priorizan prácticas tradicionales y más sostenibles. Paralelamente, el uso de la castaña como alimento para los cerdos cobra especial relevancia dada su abundancia y sus potenciales beneficios como ración para el ganado porcino. Sin embargo, la alimentación es un factor clave en animales monogástricos como el cerdo, ya que puede influir significativamente en la calidad de su carne (Pugliese et al., 2013). Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar si una dieta de finalización a base de castaña podría influir en la concentración de glucosa de diferentes músculos de cerdos de la raza 'porco Celta'.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución de este objetivo se utilizaron 18 cerdos de la raza 'porco Celta', criados en semi-extensivo, divididos en dos grupos de 9 animales. Un grupo fue alimentado exclusivamente con castañas y el otro con pienso comercial durante los tres meses previos al sacrificio (realizado a los 12 meses, con pesos de $112 \pm 8,72$ kg; $P > 0,05$). Tras el sacrificio, se extrajeron los músculos *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) y *Biceps femoris* (BF) de la mitad izquierda de la canal. Se realizaron lecturas de pH en diversos puntos de los músculos y a continuación se separó la porción central (aproximadamente 8 cm) y se almacenó a congelación hasta su análisis. La concentración de glucosa se determinó utilizando el kit Glucosa-HK Hexokinasa Enzimático-UV (Spinreact, Girona, España), con ligeras modificaciones. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizando el paquete estadístico SPSS v25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo no evidenciaron diferencias ($P > 0,05$) en los valores de pH de los músculos LTL y BF, independientemente de la dieta empleada, obteniéndose valores medios de $5,63 \pm 0,16$. No obstante, el contenido de glucosa mostró diferencias significativas ($P < 0,05$). En particular, los cerdos alimentados con castaña presentaron prácticamente el doble de glucosa en comparación con los alimentados con la dieta control ($10,3 \pm 1,35$ vs. $5,63 \pm 0,49$ mmol/kg y $9,82 \pm 0,76$ vs. $5,81 \pm 0,69$ mmol/kg, para LTL y BF, respectivamente). Dicho aumento podría estar relacionado con el contenido de almidón de este fruto, lo que probablemente favorece la acumulación de glucosa y posterior almacenamiento en forma de glucógeno en los músculos (Przybylski et al., 2006). Este fenómeno podría influir en el proceso de conversión de glucógeno *post-mortem*, lo que a su vez podría tener implicaciones en distintos parámetros relacionados con la calidad de la carne, como la textura, la jugosidad y otros aspectos sensoriales (Immonen y Puolanne, 2000).

CONCLUSIÓN

La alimentación con castañas en cerdos de la raza 'porco Celta' aumentó significativamente la concentración de glucosa muscular, lo cual puede originar una mayor acumulación de glucógeno. Esto evidencia la influencia de la dieta en parámetros relacionados con la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Immonen, K. y Puolanne, E. 2000. Meat Sci. 55: 279-283. • Przybylski, W., Monin, G., Krzęcio-Nieczy-poruk, E., Przybylski, W., Ko win-Podsiadła, M., Krzęcio, E. 2006. Pol. J. Food Nutr. Sci. 15: 257-262. • Pugliese, C., Sirtori, F., Acciaioli, A., Bozzi, R., Campodoni, G., Franci, O. 2013. Meat Sci. 93: 92-97.

Agradecimientos: N. Echegaray y R. Agregán agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de una beca postdoctoral (referencia IN606B-2022/006 y IN606B-2022/005, respectivamente). N. Echegaray, R. Agregán, M. Pateiro y J.M. Lorenzo son miembros del Grupo de Referencia Competitivo "FunFood" (Alimentos Funcionales), financiado por la GAIN (IN607A2023/01).

EFFECTO PROBIÓTICO DEL *LACTOBACILLUS REUTERI* CLP4 SOBRE EL CRECIMIENTO, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, MICROBIOLOGÍA CECAL, MINERALIZACIÓN DE LA TIBIA, INDICADORES SANGUÍNEOS Y EXCRECIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN POLLOS DE CEBO

Martínez^{1*}, Y., Avellaneda², M. y Melara², E.

¹Nutrición Animal, Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA);

²Universidad de Zamorano, Honduras

*yordan.martinez@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el empleo de los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la nutrición animal están limitados o prohibidos en muchos países. Así, productores y nutricionistas han investigado otras alternativas naturales a los APCs (Basiouni *et al.*, 2023) con propiedades antimicrobianas, inmunomoduladoras, antioxidantes, antiinflamatorias y antidiarreicas. Recientemente, la cepa *Lactobacillus reuteri* CLP4 se aisló (gallos criollos), identificó y comprobó su potencial como probiótico *in vitro* (Melara *et al.*, 2023). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del *Lactobacillus reuteri* CLP4 sobre el crecimiento, características de la canal, microbiología cecal, mineralización de la tibia, indicadores sanguíneos y excreción de nitrógeno (N) y fósforo (P) en pollos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Universidad de Zamorano, Honduras. Un total de 800 pollos no sexados del genotipo Ross 308[®] de 1 día de edad se distribuyeron aleatoriamente en 2 tratamientos, 8 réplicas por tratamiento y 50 pollos por réplica. Los tratamientos consistieron en una dieta basal (T0; DB) sin APC y DB+10 mL/L en el agua de bebida de un biopreparado probiótico con *Lactobacillus reuteri* CLP4 (T1) durante el periodo de 0-21 días de edad. De 22 a 32 días los pollos consumieron una dieta control. Se determinó el rendimiento productivo, peso relativo de las porciones comestibles y órganos digestivos y vísceras, composición química y colorimetría de la pechuga, enterobacterias y bacterias ácido-lácticas (BAL) cecales, hemograma, perfil lipídico sérico e inmunoglobulinas séricas y minerales en la tibia y yacija. Los datos se procesaron mediante la prueba t de Student no pareada, según un diseño completamente aleatorizado. Se utilizó el software estadístico SPSS versión 26.0.1.2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El biopreparado con *Lactobacillus reuteri* CLP4 disminuyó el consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y grasa abdominal, e incrementó ($P<0,05$) el porcentaje de proteína de la pechuga. Además, esta cepa probiótica estimuló el crecimiento de BAL en el ciego ($P<0,05$) (Abd El-Hack *et al.*, 2022), lo que provocó exclusión competitiva al reducir el pH ($P<0,05$) y la colonización de *Salmonella* spp. en el ciego ($P<0,05$). También, el T1 moduló la respuesta inmune de los animales al incrementar la concentración sérica de IgG, IgM y IgA, y el peso relativo de los órganos linfoides primarios ($P<0,05$) con respecto a T0, lo que podría favorecer la inmunidad humoral y la producción de linfocitos T y B, respectivamente (Krysiak *et al.*, 2021). Asimismo, *Lactobacillus reuteri* CLP4 disminuyó ($P<0,05$) la concentración de triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad en sangre, al parecer esta cepa bacteriana podría incidir en la actividad de las enzimas relacionadas al metabolismo lipídico y reducir la concentración de colesterol y lípidos simples (TGA) en las lipoproteínas. Sin embargo, otros estudios son necesarios para comprobar esta hipótesis. El empleo oral del probiótico no modificó ($P>0,05$) la humedad, calcio y P de la tibia, sin embargo, redujo ($P<0,05$) la excreción de N, lo que demuestra la mejor eficiencia proteica (Alagawany, 2018).

CONCLUSIÓN

La suplementación oral con *Lactobacillus reuteri* CLP4 mejora la eficiencia alimenticia y reduce la grasa abdominal excesiva. Además, esta estrategia modula la respuesta inmune, promueve la exclusión competitiva cecal y reduce la excreción de N, con impacto medioambiental positivo en la producción de pollos de cebo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd El-Hack, M.E. *et al.* 2022. Poultry. Sci. 101: 101696.
- Alagawany, M., *et al.* 2018. Environ. Sci. Pollut. R. 25: 10611-10618.
- Basiouni, S. *et al.* 2023. Vet. Sci. 10: 3.
- Krysiak, K. *et al.* 2021. Animals 11: 1620.
- Melara, E. *et al.* 2023. Animals 13: 455.

DIFERENTES TIPOS Y FRACCIONES DE CALOSTRO PARA OPTIMIZAR LA SALUD INTESTINAL Y LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA *IN VITRO* EN LECHONES DESTETADOS

Muñoz-Grein¹, J., López^{2,3}, R., Solanas^{2,3}, E., Chekikene¹ A.H.,
Fondevila¹, M., Latorre¹, M.A. y Belanche^{1*}, A.

¹Depto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza; ²TME Lab, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza; ³Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS Aragón), 50009 Zaragoza
*belanche@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El destete de lechones es un periodo crítico que les genera un estrés significativo, ocasionando alteraciones microbiológicas y funcionales de su intestino. Ello conlleva una reducción del consumo de alimento, aumento de la incidencia de diarreas y ralentización del crecimiento. Dado que el uso de los antimicrobianos está limitado en la actualidad, urge encontrar alternativas eficaces. El calostro, rico en componentes bioactivos, promueve tanto la transferencia de inmunidad pasiva como desarrollo de la barrera intestinal de los mamíferos recién nacidos, favoreciendo una mejor absorción de nutrientes, y aportando propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. En este estudio se hipotetizó que la suplementación dietética con diferentes tipos y fracciones de calostro pueden mejorar los indicadores de salud intestinal en células Caco-2. Además, se evaluó *in vitro* si la suplementación con calostro bovino reconstituido en las dietas de lechones destetados podría representar una estrategia para optimizar la fermentación cecal durante el periodo post-destete, contribuyendo al mismo efecto.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio *in vitro* se evaluaron los efectos de diferentes tipos de calostro (ovino, bovino o bovino reconstituido), fracciones de calostro obtenidas por filtración diferencial con filtros Amicon (F1, calostro completo; F2, calostro sin grasa; F3, calostro sin inmunoglobulinas, <100 kDa; F4, calostro sin proteínas, <10 kDa) y dosis (0%; 0,4% y 2%) sobre indicadores de salud intestinal en células Caco-2. Las células, cultivadas al 80% de confluencia, se sometieron a cuatro incubaciones consecutivas (pases 15 a 32) para garantizar la repetibilidad. Se analizó la viabilidad celular, el estrés oxidativo y la actividad antiinflamatoria (IL-6). Además, se analizaron los efectos de la suplementación con calostro bovino reconstituido sobre la fermentación entérica en lechones destetados. Para ello se realizó una incubación *in vitro* con contenido cecal de 15 lechones y alimento pre-digerido enzimáticamente y se describieron los parámetros de fermentación tras 20 h de incubación a 39°C. Los resultados se analizaron mediante ANOVA, evaluando los efectos lineales y cuadráticos a través de contrastes polinomiales utilizando el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fraccionamiento de calostro fue exitoso. La inclusión de calostro ovino y bovino no mostró efectos sobre la viabilidad celular de las células Caco-2. No obstante, las fracciones F1 y F4 del calostro bovino reconstituido redujeron dicha viabilidad celular. La suplementación con calostro no indujo estrés oxidativo, e incluso éste se vio disminuido cuando se suplementó con la fracción F3 de calostro bovino fresco o reconstituido. Sin embargo, la fracción F1 de todos los calostros presentó un efecto inflamatorio, incrementando los niveles de IL-6 proinflamatoria, posiblemente debido a su alto contenido lipídico. La suplementación *in vitro* con calostro bovino reconstituido moduló la fermentación entérica de los lechones. Todas las fracciones de calostro (excepto F3) estimularon y aceleraron la fermentación cecal originando un incremento en la producción de gas, AGV y metano, así como una reducción del pH. Dichas fracciones también incrementaron la producción de acetato (+2,3%) y los niveles de amoníaco (+42%) y AGV ramificados (+13,9%), lo que sugiere un aumento de la proteólisis.

CONCLUSIÓN

La suplementación con diferentes tipos y fracciones de calostro parece no tener efectos adversos sobre los indicadores de salud intestinal, si bien el calostro completo puede resultar proinflamatorio debido a su alto contenido lipídico. La suplementación con calostro bovino reconstituido podría ayudar a estimular y acelerar la fermentación entérica y favorecer un descenso del pH cecal. Estos resultados precisan futuros ensayos *in vivo* para valorar su eficacia y aplicabilidad en explotaciones comerciales.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación (contrato Ramón y Cajal RYC2019-027764-I, proyecto y contrato FPI PID2021-123206OB-I00) y una beca IAMZ-CHEAM.

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BAGAZO DE CERVEZA DE CERVECERAS INDUSTRIALES Y ARTESANALES

Lema-Hurtado, J.L., López, A., Macarrón, I., Cabezón, A., Recalde, A., de Evan, T., Alcamí, A., Carro, M.D y Arroyo*, J.M.

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

*josemaria.arroyo.martinez@upm.es

INTRODUCCIÓN

La producción de cerveza artesanal ha experimentado un aumento sostenido en España durante los últimos veinte años alcanzándose una producción de más de 12 millones de litros en el año 2019. Sin embargo, esta producción representa solo el 0,5% de la producción total de cerveza en España, pero cabe esperar que su contribución aumente hasta situarse en niveles parecidos a otros países de la UE (AECAL, 2021). A nivel local esta producción es más relevante, enfrentándose las fábricas artesanales al problema de deshacerse del bagazo de cerveza (BC), que frecuentemente es retirado por ganaderos locales a precio mínimo o gratis. El objetivo de este trabajo fue comparar la composición química y valor energético de BC obtenidos de cerveceras industriales y artesanales del área de Madrid.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron en total 28 muestras de BC, 14 de diversos fabricantes industriales (Mahou, Heineken, Hijos de Rivera y Estrella del Sur) y las otras 14 de 3 fabricantes de Madrid (Vallekas, La Cibeles y La Virgen). Todas las muestras fueron obtenidas en diferentes periodos y/o cocciones. Las muestras fueron secadas a 40°C durante 72 h y posteriormente molidas a un tamaño de criba de 1 mm. Las muestras se analizaron según los procedimientos de AOAC (2005) para MS (934.01), proteína bruta (PB; 968.06), cenizas (942.05) y extracto etéreo (EE; 920.39). La fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA) se determinaron según Van Soest *et al.* (1991). Además, se estimó su contenido en energía metabolizable (EM) a partir de la producción de gas *in vitro* tras 24 h de incubación con líquido ruminal de oveja y la composición química (Menke y Steingass, 1988). Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza con el tipo de fabricante (industrial vs. artesanal) como factor fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de BC artesanal presentaron unos contenidos en PB (215 vs. 283 g/kg MS; error estándar de la media (EEM) = 8,72; $P < 0,001$), FDN (504 vs. 585 g/kg MS; EEM = 22,5; $P = 0,018$), FDA (180 vs. 218 g/kg MS; ESM = 7,80; $P < 0,001$), EE (74,1 vs. 97,5 g/kg MS; EEM = 4,17; $P = 0,008$) y cenizas (31,8 vs. 36,7 g/kg MS; EEM = 1,21; $P = 0,008$) menores a los de BC industrial. Por el contrario, las muestras de BC artesanal presentaron un mayor contenido en MS (246 vs. 190 g/kg de materia fresca; EEM = 13,1; $P = 0,006$), azúcares (149 vs. 37,4 g/kg MS; ESM = 25,6; $P = 0,005$) y EM (1674 vs. 1310 Kcal/kg MS; EEM = 66,1; $P = 0,001$). La principal diferencia en la composición química entre bagazos fue en el contenido en azúcares, casi cuatro veces superior en el artesanal vs. industrial, consecuencia del mayor rendimiento de aprovechamiento de los azúcares en este último fabricante. Como consecuencia de ello, el mayor contenido en PB, fibra, EE y cenizas del BC industrial se podría explicar por el mayor incremento pasivo de estas fracciones. El mayor contenido en azúcares, pero menor en fibra del BC artesanal justificaría su mayor contenido energético (27,8%).

CONCLUSIÓN

Los resultados muestran que hay diferencias apreciables en la composición química entre el BC obtenido en cerveceras artesanales o industriales como consecuencia de las diferencias en sus procesos de fabricación de la cerveza, resultando en un menor rendimiento en el aprovechamiento de la cebada y un mayor contenido en azúcares en el BC artesanal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• AEEL. 2021. Informe Técnico de la Cerveza Artesanal e Independiente. • Menke, K.H y Steingass, H. 1988. Anim. Res. Dev. 28: 7-55; • Van Soest *et al.* 1991. J. Dairy Sci. 74(10): 3583-97.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto de I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "FEDER Una manera de hacer Europa". José Luis Lema es beneficiario de la ayuda PRE2022-103743 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+. A. Alcamí-Aguado disfruta de una Ayuda "Doctorados Industriales" 2024 del MICIU.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE CERDAS REPRODUCTORAS CON ANTIOXIDANTES SOBRE EL ESTATUS ANTIOXIDANTE DE SUS HIJAS A LOS 110 DÍAS DE EDAD

Heras-Molina^{1*}, A., Gómez², G., Núñez³, Y., Sánchez-Esquiliche⁴, F., Gómez-Carballar⁴, F., Olivares¹, A., González-Bulnes⁵, A., Rey¹, A.I., Óvilo³, C., García-Casco^{3,6}, J.M., Muñoz³, M. y López-Bote¹, C.J.

¹UCM, Madrid, España; ²IRIAF, Oropesa, España; ³INIA-CSIC, Madrid, España;

⁴Sánchez Romero Carvajal, Jabugo, España; ⁵CEU, Valencia, España;

⁶Centro de I+D en Cerdo Ibérico, INIA-CSIC, Zafra, España

*anaherasm@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Para la selección de la cerda de reposición, se consideran aquellos criterios que mejoran su persistencia en la granja, entre los que se encuentra la llegada temprana a la pubertad (Williams *et al.*, 2005). Uno de los factores que afectan a la llegada a la pubertad es el estatus oxidativo, puesto que está relacionado con la maduración ovárica (Agarwal *et al.*, 2016), y debe ser adecuado desde la etapa prenatal. Así, una posible estrategia para favorecer la entrada en la pubertad y mejorar la futura fertilidad de la cerda de reposición puede ser la suplementación materna con antioxidantes. El presente trabajo busca conocer los efectos de la suplementación materna con hidroxitirosol (HT), dosis basales o altas de vitamina E (VE) o su combinación, en el estatus oxidativo de sus hijas a los 110 días de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en El Dehesón del Encinar (Oropesa, Toledo). Se emplearon 50 cerdas ibéricas gestantes, divididas en 4 grupos experimentales y tratadas desde el día 85 de gestación hasta el destete con distintos niveles de VE (VE30HT0: 30 mg VE/kg como nivel basal y VE100HT0: 100 mg VE/kg) y de la combinación de VE con HT (VE30HT1.5: 30 mg VE/kg + 1,5 mg HT/kg y VE100HT1.5: 100 mg VE/kg + 1,5 mg HT/kg). Posteriormente, se seleccionaron 45 hijas (10-12 por grupo) y se tomaron muestras de plasma a los 110 días de edad. Se midió la actividad de las enzimas superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), y del glutatión total, oxidado y reducido (GSht, GSSG y GSH) mediante el uso de kits (Arbor Assays, Ann Arbor, MI, USA). Los niveles de lipooxidación se determinaron con la medición de los niveles de malondialdehído (MDA). El análisis estadístico se realizó mediante un modelo lineal usando el paquete lmerTest de R (4.3.2) incluyendo los niveles de VE y de HT, realizándose un ANOVA y un test de Tukey para analizar los efectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas hijas de madres VE100 tuvieron niveles más bajos de actividad SOD y más altos de MDA que las VE30. Además, se encontraron interacciones significativas en las actividades de CAT, GSht y GSSG y en la ratio GSH/GSSG. El grupo VE100HT1.5 mostró mayor actividad de GSht y GSSG, así como un mayor valor de la ratio GSH/GSSG. Por otro lado, las hijas de madres VE100 HT1.5 mostraron menor actividad de CAT que las VE30HT1.5 o VE100HT0. Los resultados indican un mayor estrés oxidativo en las cerdas VE100, puesto que la pérdida de actividad de SOD se relaciona con un alto daño oxidativo (Elchuri *et al.*, 2005) y los niveles de MDA están relacionados a la lipooxidación en el organismo (Gegotek, 2019). También las interacciones encontradas apuntan a mayores niveles de oxidación en el grupo VE100, puesto que este grupo mostró menores actividades glutatión (Giustarini *et al.*, 2017) y mayores de CAT (Góth, 2008) que la combinación de antioxidantes. Este peor estatus puede ser debido a un efecto nocivo a largo plazo de la suplementación materna o bien a un estado fisiológico más cercano a la pubertad que en otros grupos.

CONCLUSIÓN

La suplementación materna con antioxidantes muestra efectos en la descendencia que pueden afectar al desarrollo reproductivo de la cerda nuli para.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, A. *et al.* 2016. Opin. Obstet. Gynecol. 21(3): 219-22
- Elchuri, S. *et al.* 2005. Oncogene. 24(3): 367-80
- Gegotek, A. 2019. Chem. Phys. Lipids 221: 46-52
- Giustarini, D. 2017. Free. Radic. Biol. Med. 112: 360-75.
- Góth, L. 2008. Diabetes Care. 31(12): e93
- Williams, N. *et al.* 2005. Advances in Pork Production 16: 281-289.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2019-108695RB-C31/MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DEL CEBO DE TERNEROS: EFECTOS SOBRE LOS PARÁMETROS DE BIOHIDROGENACIÓN *IN VITRO*

Conesa¹*, C., Baila², C., Joy¹, M., Lobón¹, S., Casasús¹, I., Villalba³, D. y Blanco¹, M.

¹CITA-IA2 (CITA-UZ), Zaragoza; ²IGM (CSIC-Univ.de León), León; ³Universitat de Lleida, Lleida

*cconesa@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La esparceta (*Onobrychis viciifolia*), leguminosa forrajera con contenido moderado de proteína bruta y proantocianidinas, puede conservarse en forma de heno o granulada, para la alimentación de rumiantes. El método de conservación puede condicionar la biohidrogenación ruminal (BH) por medio de cambios en la composición química y en los compuestos secundarios. Baila *et al.* (2023) observaron que la inclusión de un 20% y un 40% de esparceta en gránulo en el pienso de cebo de corderos modificó la BH, potenciando la ruta *trans*-11, incrementando la deposición de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y conjugados del ácido linoléico (CLA) y reduciendo la ratio n-6/n-3 en la carne, en mayor medida cuando se incluyó al 40%. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de esparceta como heno o como ingrediente del concentrado en dietas de cebo de terneros sobre la BH ruminal *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un ensayo previo de cebo de terneros se evaluaron dos concentrados iso-energéticos (1,02 UFC/kg): concentrado comercial (C) y concentrado con 15% de esparceta granulada (CESP), y dos forrajes: paja (P) y heno de esparceta (HE). A partir del registro de la ingestión *in vivo*, se obtuvieron las siguientes dietas: 90C:10P (90% C + 10% paja), 80C:20HE (80% C + 20% HE), 90CESP:10P (90% CESP + 10% paja) y 80CESP:20HE (80% CESP + 20% HE). Estas dietas fueron incubadas utilizando el sistema ANKOM (Ankom Technology Corporation, EE.UU.) siguiendo la metodología descrita en Rufino-Moya *et al.* (2019). La incubación se realizó durante 48h en 3 tandas separadas, utilizando líquido ruminal de 7 vacas adultas alimentadas con 5 kg/d de pienso comercial y paja *ad libitum*. Los ácidos grasos (AG) se determinaron mediante cromatografía de gases (Bruker Scion 460 GC, columna HP-88 100 m x 0,25 mm i.d x 0,20 µm, Agilent, EE.UU.) según la metodología descrita en Baila *et al.* (2023). Se calcularon los sumatorios de AG saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), AGPI, n-3, n-6, ramificados (AGR) e intermedios de la biohidrogenación (IB) y se estimaron los porcentajes de BH de C18:1 n-7, C18:2 n-6 y C18:3 n-3. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante PROC MIXED de SAS®, considerando la dieta como efecto fijo y la tanda como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los AGS y AGMI fueron similares entre dietas, mientras que la inclusión de esparceta en el pienso produjo un incremento de los iso-AGR y AGR (P<0,01) y una reducción del C18:1 n-7 (P<0,05), independientemente del forraje utilizado (HE o P). Las dietas con HE presentaron mayor contenido de AGPI n-3 (P<0,05), independientemente del tipo de concentrado (C o CESP). La relación n-6/n-3 fue menor en la dieta 80CESP:20HE, seguido por 80C:20HE, 90CESP:10P y 90C:10P, siendo todas diferentes entre ellas (P<0,05). La dieta 90C:10P presentó mayor BH de C18:2 n-6 que la dieta 80C:20HE (P<0,05), y mayor BH de C18:3 n-3 que 80C:20HE y 80CESP:20HE (P<0,01), comportándose de forma intermedia las dietas restantes (P>0,05). Ambas dietas con paja presentaron un mayor BH, con un menor contenido en AGPI y mayor porcentaje de C18:0.

CONCLUSIÓN

La inclusión de un 15 % de granulado de esparceta en el pienso de cebo de vacuno no muestra un efecto claro sobre la BH ruminal, variando en función del tipo de forraje. En cambio, el aporte de heno de esparceta en dietas de concentrado cebo de terneros incrementa los contenidos en AGPI n-3 y reduce la BH de C18:2 n-6 y la C18:3 n-3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Baila, C. *et al.* 2023. J. Agric. Food Chem. 71: 17947-58. • Rufino-Moya, P.J. *et al.* 2019. Anim. Feed Sci. Technol. 251: 12-20.

Agradecimientos: Al personal del Laboratorio de Valoración Nutritiva y Digestibilidad del CITA. Financiación: PID2021-128492OR-I00/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE; grupo de investigación INPASS A25_23R (Gobierno de Aragón).

USO DE ADITIVOS EN EL ENSILADO DE CAPOTA DE ALMENDRA: INFLUENCIA SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Recalde*, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Alcamí-Aguado, A. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

*adriana.recalde@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

La capota de almendra (CA) es un subproducto con un contenido alto en azúcares y fibra que la convierte en una alternativa viable para la alimentación de rumiantes, pero su contenido en humedad limita su uso si no se conserva adecuadamente. El ensilado surge como una opción para su preservación, aunque la información sobre el potencial del ensilado de la CA es aún escasa. El uso de aditivos puede mejorar el proceso de ensilado, por lo que el objetivo de este trabajo fue investigar el efecto de varios aditivos sobre la calidad y fermentación ruminal *in vitro* del ensilado de CA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvo una muestra de CA transportada directamente desde una finca en Extremadura con la que, tras ser picada (aproximadamente 1 x 1 cm), se prepararon cuatro tipos de ensilados: CON: CA sin aditivos (ensilado control); AF: CA con ácido fórmico (4 ml/kg de CA); AAL: CA con ácidos acético y láctico en proporción 1:1 (2 ml de cada ácido/kg de CA) y BAL: CA inoculada con *Lactobacillus buchneri* a 5×10^9 UFC/kg de CA. Los ensilados se realizaron en bolsas de plástico (500 g/bolsa) que se cerraron usando una envasadora de vacío y se almacenaron durante 90 días. Posteriormente, se abrieron y se liofilizó una muestra para su fermentación *in vitro* utilizando el líquido ruminal de 4 ovejas adultas castradas en el rumen siguiendo el procedimiento descrito por de Evan *et al.* (2020). Se midió la producción de gas y el pH al final de las incubaciones (120 h) y se tomaron muestras a las 24 h para el análisis de la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y $\text{NH}_3\text{-N}$. Por último, se estimó el contenido en energía metabolizable (EM) como: $\text{EM (MJ/kg materia seca (MS))} = 2,43 + 0,1206 \times \text{G24} + 0,0069 \times \text{PB} + 0,0187 \times \text{EE}$, donde G24 es la producción de gas a las 24 h de incubación (mL/300 mg de MS incubada) y PB (proteína bruta) y EE (extracto etéreo) se expresan en g/kg MS (Menke y Steingass, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de aditivos produjo un descenso en el pH final del ensilado de 5,04 (CON) a 4,40 (BAL), pero no afectó el pH final tras la incubación *in vitro* de los ensilados con líquido ruminal ($P=0,549$; Media: 6,71). La producción total de AGV a las 24 h de incubación fue menor en los ensilados AF y BAL ($P=0,035$) que en CON y AAL, lo que podría atribuirse a una menor concentración de compuestos degradables en estos ensilados (Zhang *et al.*, 2017). No se observaron diferencias entre ensilados en las proporciones molares de los ácidos isobutírico e isovalérico ($P \geq 0,065$), pero sí se observaron diferencias en las proporciones del resto de AGV analizados ($P \leq 0,002$). La proporción de ácido acético y butírico fue menor en los ensilados BAL, mientras que el ácido propiónico fue mayor en este tratamiento y en los ensilados tratados con AAL en comparación con los ensilados CON y AF, que presentaron valores similares de este ácido. Por otra parte, la proporción de ácido valérico fue menor en el ensilado AF que en el resto de ensilados. La relación acético/propiónico fue menor en el ensilado con BAL que en el resto ($P < 0,001$). Por el contrario, los ensilados BAL mostraron la mayor concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ($P < 0,001$; 202 mg/L). El contenido en EM fue similar al obtenido por Sirakaya (2022) y no fue afectado por la inclusión de los aditivos ($P=0,131$).

CONCLUSIÓN

El ensilaje podría considerarse como método alternativo de conservación para la CA. Los aditivos estudiados no afectaron al contenido energético de los ensilados, sin embargo, la inclusión de AF y BAL en los ensilados redujo la producción de AGV ruminales, por lo que no sería aconsejable su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• de Evan *et al.* 2020. *Animals*, 10: 600 • Menke y Steingass. 1988. *Anim. Res. Dev.* 28: 7-55 • Sirakaya 2022. *J. Appl. Anim. Res.*, 51: 17-23 • Zhang *et al.* 2017. *J. Anim. Feed Sci.* 26: 26-32.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto de I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

IN VITRO: DEGRADABILIDAD RUMINAL Y SÍNTESIS MICROBIANA DE METIONINA

Seradj^{1*}, A.R., Guyader², J., Rajaei-Sharifabadi¹, H., de la Fuente¹, G., Sarri¹, L. y Balcells¹, J.

¹Departament de Ciència Animal, UdL-Agrotecnio Centre, Av. Alcalde

Rovira Roure 191, 25198, Lleida; ²Evonik Operations GmbH,

Rodenbacher Chaussee 4, 63457, Hanau-Wolfgang, Germany

*reza.seradj@udl.cat

INTRODUCCIÓN

En rumiantes, la calidad y cantidad de proteína dietética y su metabolismo son clave para optimizar rendimiento, salud y reproducción (Tan *et al.*, 2021). Además de la proteína dietética, la masa microbiana sintetizada puede representar hasta el 80% de la proteína duodenal (Gonzalez-Ronquillo *et al.*, 2004). Esta proteína, es fundamental para el crecimiento y la producción, aunque en vacuno lechero de alto rendimiento el contenido en ciertos AA esenciales puede limitar su utilización. La metionina, se encuentra en este grupo de AA y su incorporación al rumen mejora la propia síntesis de proteína microbiana y la productividad del animal (Schwab y Broderick, 2017). En este estudio se pretende analizar los ritmos de degradación ruminal de diferentes fuentes de metionina y su efecto en los niveles de síntesis microbiana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo *in vitro* para el que se utilizó líquido ruminal procedente de cuatro ovejas canuladas de raza rasa aragonesa, alimentadas con una ración 80:20 de paja y cebada. Previamente a la recolección de líquido ruminal, la población ruminal se enriqueció isotópicamente (¹⁵N) mediante la administración (50 g/día, por 72 h) de (¹⁵NH₄)₂SO₄, con un enriquecimiento del 90 %. En un diseño aleatorizado de tres bloques, se prepararon un total de 180 botellas con tres réplicas para cada h de incubación (0 a 8 h). Botellas contenían 50 ml de líquido ruminal con 600 mg de sustrato (80:20 de paja y cebada), incubadas con 1 ml del tratamiento correspondiente a 39 °C (Seradj *et al.*, 2014). Se evaluaron tres tratamientos: DL-metionina (DLMET), dipéptido de DL-metionina (METMET) y un control (CTR), ajustando las dosis a 400 µg metionina/ml. Durante la incubación *in vitro* se mantuvo el aporte del isótopo. Las botellas se muestrearon para determinar el enriquecimiento en ¹⁵N de la metionina, la producción de proteína microbiana (ácido diaminopimélico [DAPA] como marcador) y los niveles de producción de gas. Las botellas de 8 h utilizaron para obtener muestras de bacterias, i.e. pellet bacteriano. Los datos se analizaron con el modelo mixto de SAS, considerando tratamientos (Tr), horas (H) e interacciones como efectos fijos. Las horas de incubación se consideraron medidas repetidas. Cada bloque experimental se consideró como la unidad experimental. Se asumió significación estadística para (P<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de gas (ml/g DM) no varió entre tratamientos CTR, DLMET y METMET fue similar, aunque METMET mostró numéricamente una menor producción. El METMET mostró un mayor enriquecimiento de metionina-¹⁵N (0,12 Porcentaje de Exceso Molar [MPE] %/h) con relación al resto de tratamientos (0,08 MPE%/h para CTR y DLMET, P<0,01) lo que implicaría una menor persistencia/ mayor degradabilidad del suplemento de metionina-¹⁴N procedente de dicho tratamiento (METMET). No se apreciaron variaciones significativas en la concentración de DAPA como marcador microbiano y, consecuentemente, no se alteró la producción de biomasa bacteriana. Tras 8 h, el MPE-¹⁵N en el pellet microbiano no mostró diferencias entre tratamientos (P=0,15), las bacterias del CTR mostraron, numéricamente, un mayor MPE (1,49) que los tratamientos DLMET y METMET (1,22 y 1,21, respectivamente) ello podría sugerir una incorporación directa de metionina-¹⁴N respecto al tratamiento de CTR.

CONCLUSIÓN

La suplementación experimental con metionina preformada no alteró la producción de gas ni la masa microbiana. El tratamiento METMET mostro un mayor MPE % y una mayor degradabilidad. Variaciones en el MPE en la metionina bacteriana sugiere una cierta capacidad bacteriana de incorporar AA preformados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzalez-Ronquillo, M. *et al.* 2004, J. Dairy Sci. 87: 2211.
- Schwab, C. *et al.* 2017, J. Dairy Sci. 100: 10094.
- Seradj, A.R. *et al.* 2014, Anim. Feed Sci. Technol. 197: 85
- Tan, P. *et al.* 2021, Sci. Total Environ. 880: 149596.

DESCRIPTORES PRELIMINARES DE MANEJO HOLÍSTICO VS. ROTACIONAL EN EL SISTEMA EXTENSIVO OVINO

López-Gallego^{1*}, F. y Rodríguez², P.L.

¹Departamento de Producción Animal, CICYTEX Junta de Extremadura; 06187 Guadajira, Badajoz;

²Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura, Cáceres

*fermin.lopez@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Existe controversia sobre los beneficios ambientales y técnico-económicos del pastoreo adaptativo (Gosnell *et al.*, 2020), como referencia a diversas modalidades de manejo (pastoreo rotacional Voisin, manejo holístico, mob grazing...). El objetivo de este estudio es determinar experimentalmente las respuestas zootécnicas y de costes directos de la producción ovina, en dos sistemas de pastoreo extensiva (holístico H vs. rotacional R).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizan dos rebaños experimentales de ovejas merinas (160 ovejas/sistema) y dos áreas de pastoreo permanentes de 62 ha para cada sistema (H y R), bajo sus respectivos axiomas de tiempo de pastoreo y de recuperación de pastos (interpastoreo) en cada cerca y cada periodo de pastoreo (Savory y Butterfield, 2016), siguiendo el mismo sistema reproductivo (3 partos/2 años), programa sanitario y carga ganadera global (2,58 ovejas/ha).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema H respecto al R, requiere estructuralmente mayor número de cercas y de menor tamaño (24 vs. 6 y 2,5 vs. 10,8 ha/cerca, respectivamente), suponiendo un +87% de longitud perimetral, para así gestionar significativas ($P<0,001$) mayores cargas ganaderas puntuales medias de los periodos de pastoreo (CGp: $28,1 \pm 1,0$ vs. $14,2 \pm 1,9$ ovejas/ha), relacionadas a un mayor número de cambio de los rebaños entre cercas (n: 184 vs. 62) en los dos años del estudio.

Ello se asoció con una reducción significativa ($P<0,001$) de la duración del periodo medio de pastoreo (P: $7,8 \pm 0,7$ vs. $22,6 \pm 2,3$ días/cerca, periodo de pastoreo), no siendo significativo ($P>0,05$) el periodo interpastoreo (D: $62,5 \pm 5,8$ vs. $80,1 \pm 11,6$ días/cerca, periodo de pastoreo), estando estos valores en el contexto de las hipótesis conceptuales de ambos sistemas (Savory y Butterfield, 2016). Estas variables de manejo aumentan en H el requerimiento de mano de obra total acumulada en el ciclo estudiado (1933 vs. 1573 horas/2 años), siendo significativo ($P<0,003$) su menor duración media (h: $10,5 \pm 1,3$ vs. $25,4 \pm 3,8$ horas/periodo de pastoreo), dado el mayor número de manejos (n) de H.

Son menos los periodos de pastoreo de H, en el periodo estudiado, que requieren suplementación de las ovejas con pienso (34% vs. 73%) y heno (4% vs. 13%), así como de pienso (21% vs. 35%) para los corderos según los posibles sistemas de acabado (intensivo/pastoreo), indicando consumos medios significativamente ($P<0,003$) menores en pienso a ovejas y corderos (Po: $0,26 \pm 0,10$ vs. $0,60 \pm 0,10$ y Pc: $0,15 \pm 0,03$ vs. $0,59 \pm 0,18$ t/periodo pastoreo, respectivamente) y mayor en heno a ovejas (Ho: $5,27 \pm 1,74$ vs. $4,15 \pm 1,11$ t/periodo pastoreo) y relacionado con la eficiencia del pastoreo y el sistema de acabado de corderos (Briske *et al.*, 2008).

CONCLUSIÓN

El manejo holístico, respecto al rotacional, en el sistema extensiva ovino requiere un incremento de cercas, de menor tamaño, para aplicar sus bases conceptuales de altas cargas puntuales (+49%) y menores tiempos medios de pastoreo por cerca y periodo de pastoreo (-65%). Ello implica el triple de número de cambios de rebaños entre cercas, lo que supone un aumento de las necesidades de mano de obra acumulada en el ciclo estudiado (+23%), reduce la demanda media por periodo de pastoreo de pienso a ovejas (-41%) y corderos (-44%) y aumenta la de heno a ovejas (+27%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, W.R., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., Willms, W.D. 2008. Rangeland Ecology and Management, 61(1): 3-17.
- Gosnell, H., Grimm, K., Goldstein, B.E. 2020. A half century of Holistic Management- Agriculture and Human Values 37: 849-867.
- Savory, A. y Butterfield, J. 2016. Holistic Management, 3rd ed. Washington, DC: Island Press.

Agradecimientos: Proyecto PASTURE+ financiado por la Fundación BioDiversidad-FSP, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (TED/1014/2021).

EFFECTO DE DIFERENTES ADITIVOS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO DE BAGAZO DE CERVEZA Y PULPA DE CÍTRICOS

Alcamí-Aguado*, A., Arroyo, J.M., de Evan, T., Recalde, A. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

*a.alcami@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

Los subproductos agroindustriales muestran un gran potencial para su uso en alimentación animal, pero también presentan algunas dificultades a la hora de su uso práctico debido al elevado contenido en humedad en muchos de ellos. El bagazo de cerveza (BC) es el subproducto más abundante de la industria cervecera y presenta una composición interesante para su uso en alimentación de rumiantes, pero su alto contenido en humedad limita su conservación. Una alternativa posible de conservación sería el ensilado, pero el bajo contenido en azúcares del BC indica una baja ensilabilidad, por lo que se recomienda realizar mezclas con otras materias primas que favorezcan la fermentación. Por ello, en este estudio se evaluó el efecto de diferentes aditivos sobre las características y valor nutritivo del ensilado de una mezcla de BC y pulpa cítricos deshidratada (PC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se prepararon diferentes ensilados de una mezcla de 75% de BC y 25% de PC deshidratada en bolsas de vacío (500 g mezcla/bolsa). Los ensilados (4 bolsas/tratamiento) se prepararon sin aditivos (CON), con ácido fórmico (AF; 3 ml/kg ensilado), o con bacterias ácido lácticas (BAL; inóculo comercial de *Lactobacillus buchneri* a 1×10^9 UFC [unidades formadoras de colonias/kg de ensilado]). Los ensilados se abrieron tras 90 días y se analizaron sus características, composición química y calidad microbiológica. Además, se estimó su contenido energético a partir de la producción de gas *in vitro* tras 24 h de incubación con líquido ruminal de ovejas y la composición química (Menke y Steingass, 1988). Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza unifactorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH de los ensilados fue más alto ($P < 0,05$) en AF (4,12) que en BAL (3,68) y CON (3,63), pero todos tuvieron un pH inferior a 4,5, que es el valor por debajo del cual se considera adecuado para un buen ensilado (Kung *et al.*, 2018). Las pérdidas de materia seca (MS) fueron inferiores ($P < 0,05$) en el grupo AF que en el CON, teniendo valores intermedios en BAL (0,97; 2,18 y 1,89 %; respectivamente). La concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ y ácido láctico fue menor ($P < 0,05$) en el ensilado AF que en los ensilados CON y BAL, lo que concuerda con el mayor pH de este ensilado (Kung *et al.*, 2018). El ensilado BAL mostró la menor cantidad ($P < 0,05$) de enterobacterias y levaduras, mientras que el ensilado CON presentó las concentraciones más altas. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en la concentración de hongos ($P = 0,107$) y no se detectaron *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* ni *Clostridium perfringens* en ningún ensilado. El contenido en MS fue mayor ($P < 0,05$) en AF (36,8%) y BAL (36,3 %) que en el CON (34,9%). El ensilado AF tuvo menor ($P < 0,05$) contenido en proteína bruta (15,3%) que los ensilados CON (16,5%) y BAL (16,3%), mientras que el contenido en fibra neutro detergente fue mayor ($P < 0,05$) en BAL (49,5%) que en el CON (46,9%). No se observaron diferencias significativas ($P > 0,10$) entre tratamientos en el contenido en grasa, fibra ácido detergente y lignina ni tampoco en el contenido en energía metabolizable (EM; valor medio 2,68 Mcal EM/kg MS).

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que los aditivos evaluados (AF y BAL) pueden reducir las pérdidas durante el ensilado, aunque la mezcla de subproductos utilizada posee una buena capacidad para ensilar y conservar así su valor nutricional durante el almacenamiento sin la necesidad de utilizar aditivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Kung *et al.* 2018. J. Dairy Sci. 101: 4020-4033. • Menke K. H. y Steingass H. 1988. Anim. Res. Dev., 28: 7-55.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto de I+D+i PID2021-124648OB-C21 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

A. Alcamí-Aguado disfruta de una Ayuda "Doctorados Industriales", siendo esta publicación parte de la ayuda DIN2024-013451 financiado por el MICIU/AEI/ 10.13039/501100011033.

LEGUMBRES DE DESTRÍO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LA SOJA EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO: EFECTOS SOBRE LA HISTOLOGÍA INTESTINAL

Román*, A., Fernández-Fígares, I., Lachica, M., García-Contreras, C. y Nieto, R.
Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada
*rosa.nieto@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema global y la producción porcina contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, atribuyéndose a la producción de piensos más del 40% del total de las emisiones (Yang *et al.*, 2023). La dependencia de la Unión Europea de la harina de soja importada como principal fuente proteica para los piensos agrava la situación (Tallentire *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo es evaluar el reemplazo de la proteína de soja del pienso con fuentes proteicas preferentemente locales, como las legumbres de destrío, y analizar los efectos sobre la histología a nivel de yeyuno e íleon por sus posibles consecuencias sobre la absorción de nutrientes en cerdos en crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 32 cerdos (Duroc ' Pietrain) ' (Landrace ' Large-White) de $14 \pm 0,3$ kg de peso inicial distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos experimentales (8 cerdos/grupo): un grupo control con harina de soja como principal fuente proteica de la dieta, y otros tres en los que se reemplazó un 50% de la proteína aportada por la soja por proteína de leguminosas locales (guisantes, garbanzos y lentejas, estas dos últimas procedentes de destrío). Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas y de igual perfil aminoácido. Los animales se pesaron semanalmente y dispusieron de pienso y agua a voluntad. Transcurridas 10 semanas desde el inicio del experimento se sacrificaron los animales ($66 \pm 0,9$ kg) y se tomaron muestras de yeyuno e íleon para su análisis histológico (longitud de vellosidades (V), profundidad de criptas (C), espesor de la mucosa, relación V/C, número de V/mm² y número de C/mm²). Se llevó a cabo un análisis de varianza para evaluar el efecto de los tratamientos sobre los parámetros estudiados, considerando el cerdo la unidad experimental. El nivel de significación se estableció en 0,05. Se empleó el paquete estadístico SAS® (9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se hallaron diferencias en la longitud de V, profundidad de C y relación V/C en yeyuno ni íleon ($P > 0,05$). Se observó menor espesor de la mucosa en yeyuno de los animales alimentados con lenteja respecto a los alimentados con soja y garbanzo (619 vs. 706 y 734 μm , respectivamente; $P < 0,05$), y no hubo diferencias entre tratamientos en íleon. Tampoco hubo diferencias en el número de V o C/mm², salvo en íleon, donde el número de C/mm² en el tratamiento con lenteja fue menor que en el de garbanzo ($15,2$ vs. $18,6$, $P < 0,05$), mostrando el resto valores intermedios.

CONCLUSIÓN

La sustitución parcial de la proteína de soja por proteína de leguminosas locales, tales como el garbanzo, el guisante y la lenteja en dietas de cerdos en crecimiento, no condujo a cambios relevantes en la histología del intestino delgado, en concordancia con los resultados observados para la digestibilidad fecal de nutrientes y energía en otros trabajos. Estos resultados avalan el empleo de estas fuentes proteicas para reemplazar a la harina de soja en dietas para cerdos, lo que favorecería la sostenibilidad del proceso productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tallentire, C. W. *et al.* 2018. Can novel ingredients replace soybeans and reduce the environmental burdens of European livestock systems in the future?. J. Clean Prod. 187: 338-47.
- Yang, P. *et al.* 2023. Carbon footprint of the pork product chain and recent advancements in mitigation strategies. Foods 12: 4203.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto europeo Facilitating Innovations for Resilient Livestock Farming Systems, acrónimo: Re-Livestock (referencia: 101059609).

REPERCUSIÓN DE LA ALIMENTACIÓN CON MEZCLAS DE LEGUMBRES SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO IBÉRICO

Gómez Izquierdo^{1*}, E., Gómez-Raya², L., Guillamón², E., Martín-Pedrosa², M., Astiz², S., Gómez Fernández¹, J., Martín-Diana¹, A.B., Barrios¹, A., García Vaquero¹, A. y Rauw², W.M.

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL). Ctra. Riaza-Toro sn, 40353 Hontalbilla, Segovia; ²Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA-CSIC). Ctra. A Coruña km 7,5, 28040 Madrid

*gomizqem@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El empleo de legumbres locales como materias primas en piensos para cerdos es interesante, no solo por su composición en nutrientes, sino que además se deben valorar otras circunstancias prioritarias socialmente: son cultivos sostenibles, respetuosos con el medio ambiente, adaptados a las condiciones de secano de ambas castillas –principales zonas productoras– y con una capacidad de mejora agronómica notable. La sustitución de soja por mezclas de distintas leguminosas: guisantes de invierno (*P. sativum*), alberjones (*V. narbonensis*) y titarros (*L. cicera*), es una alternativa a considerar en la alimentación de cerdo ibérico (Gómez Izquierdo *et al.*, 2023). En este trabajo, se comparan dietas con guisante sólo o mezclado con titarros y alberjones, eliminando la soja durante la fase de crecimiento y acabado en cerdos ibéricos. Se muestran los resultados de rendimiento, peso canal y calidad de carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 56 cerdos ibéricos (Duroc x Ibérico) que se alojaron individualmente en las instalaciones del ITACYL con las mismas condiciones de manejo. Iniciaron el ensayo con 142 días de vida ($58,5 \pm 9,4$ kg), con cuatro tratamientos según el porcentaje de inclusión de las distintas legumbres en el pienso: A-control con soja; B-guisante 25%; C-guisante 15% + alberjón 10%; D-guisante 10% + titarro 15%. Los piensos B, C y D se formularon sin soja en ambas fases productivas: crecimiento (Cr), de 58 a 108,8 kg y acabado (Ac), de 108,8 a 144,2 kg. Los piensos se administraron *ad libitum* en gránulo y fueron isoproteicos e isoenergéticos (Cr: 2300, 14,5, 4,3, 6; Ac: 2400, 12, 3,7, 4,3, para energía neta (kcal/kg), proteína, fibra y grasa brutas (%), respectivamente). Antes del inicio, se estimaron distintos factores bioactivos (FB) en todos los piensos: inhibidores de proteasas (<10 TIU), gamma glutamil (GEC; $<0,1\%$) y ácido oxalyl-diaminopropionico (ODAP; $<0,01\text{mg/g}$), responsable este último del neurolatirismo, que puede afectar a los cerdos (Misra *et al.*, 2009). Los animales se sacrificaron con 240 d fuera de la norma de calidad de cerdo ibérico (RD 4/2014). El peso, consumo, conversión y parámetros de calidad de canal y carne se analizaron con los procedimientos GLM y REG del SAS® (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales finalizaron el ensayo con 240 días y peso vivo de: 145,9, 151,8, 136,6 y 142,5 kg y de canal: 118,6, 123,2, 109,4 y 114 kg para A, B, C y D, respectivamente ($P<0,05$). En el tratamiento C, los alberjones disminuyeron ($P<0,05$) el consumo y crecimiento con respecto al guisante sólo (B). Los tratamientos A y D dieron lugar a pesos intermedios, siendo los cerdos que consumieron el pienso B los que mostraron mayores pesos. La infiltración grasa en el lomo (GIM) y el perfil de ácidos grasos (C16:0, C18:0, C18:1; C18:2) no fueron diferentes entre grupos (GIM: 10,5, 9,18, 10,11 y 9,23% para A, B, C y D, respectivamente; $P=0,6$). El desconocimiento de los FB de las legumbres supone un inconveniente para su incorporación como ingrediente en los piensos (Gómez Izquierdo *et al.*, 2023). El ODAP del titarro a niveles bajos en la dieta (en nuestro caso $<0,007\text{mg/g}$, en Cr y Ac) no es un factor de riesgo por patologías asociadas y, al igual que los inhibidores de proteínas, sufren cierta inactivación durante el proceso de fabricación del pienso. No hubo patologías ni lesiones en el matadero relacionadas con las dietas.

CONCLUSIÓN

En las condiciones del ensayo, la incorporación de alberjón al 10% limitó la ingesta de pienso provocando un crecimiento más lento. Por el contrario, la inclusión de guisantes (hasta el 25%) y titarros (hasta un 15%), no dio lugar a diferencias frente a un pienso con soja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gómez Izquierdo, E. *et al.* 2023. XX Congreso AIDA. Zaragoza. 1: 134. • Misra, R. *et al.* 2009. J. Food Compos. Anal. 22:704-708.

Agradecimientos: Trabajo financiado con el proyecto ERANET-SUSAN PCIN 2017/11.

HUELLA DE CARBONO DE LOS REBAÑOS DE PASTOREO TRADICIONAL

Salcedo^{1*}, G., Solé², R., Pérez-Barbería², F.J. y Bodas³, R.

¹Centro Integrado de Formación Profesional "La Granja", 39792 Heras, (Cantabria); ²Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad. CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias, Campus de Mieres, Edificio de Investigación, 4ª planta. 33600 Mieres (Asturias); ³Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Subdirección de Investigación y Tecnología. Área de Investigación Ganadera. Finca Zamadueñas. 47071 Valladolid
*gregoriosal57@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La huella de carbono (HC) es una herramienta para evaluar el impacto climático de los sistemas y métodos de producción (IPCC, 2007; Wright *et al.*, 2011). Los datos sobre la HC del pastoreo tradicional (PT) son limitados y presentan incertidumbres, sobre todo en comparación con los sistemas ganaderos más intensivos. Esta falta de claridad afecta a la magnitud de las emisiones atribuidas al pastoreo, lo que influye en las políticas ganaderas, las percepciones sociales sobre el pastoreo y el consumo de carne (DuPuis y Mulvaney, 2024). El objetivo de este trabajo es presentar valores de huella de carbono en ovino y caprino en sistemas de PT.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio analiza la huella de carbono de 89 granjas de pequeños rumiantes en pastoreo donde la vegetación natural constituye la base de la alimentación. De estas granjas, 75 producen sólo carne (61 ovino y 14 caprino) y 14 producen carne y leche (mixtas, 10 ovino y 4 caprino). Se utilizó el modelo ManleCO₂ (Salcedo *et al.*, 2022) para el cálculo de la huella de carbono por unidad de producto: un kilo de peso vivo vendido (HCPV_v), un litro de leche (HCL), un kilo de carne comestible vendida (HCCCo_v) y un kilo de proteína de carne y leche comestible vendida (HCPB_{LC}). La HC asignada a leche o carne siguió la metodología del IDF (2015) para vacuno lechero. Se utilizaron las relaciones carne sin hueso/peso vivo, carne sin hueso/peso canal de 0,46 y 0,75, respectivamente (Clune *et al.*, 2017) y un valor de proteína comestible del 20% (Nijdam *et al.*, 2012). Se aplicó la prueba T para muestras independientes en la comparación entre granjas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de HCPV_v y HCPB_{LC} fueron mayores en las granjas de carne que en las mixtas ($P < 0,001$) con medias de 17,4 vs. 7,5 y 253 vs. 72,1 kg CO_{2e} respectivamente. La HCPV_v fue inferior a los 23,1 kg CO_{2e} de otros sistemas de pastoreo, mixtos y estabulados (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013). Por el contrario, el valor de HCCCo_v fue superior en granjas mixtas que en las de carne ($P < 0,05$) con emisiones medias de 80 vs. 51 kg CO_{2e}, y superiores a los 33,8 kg CO_{2e} calculados para cordero en Europa (Clune *et al.*, 2015). La HCL de los sistemas de PT de nuestro estudio (2,86 kg CO_{2e}) fue similar a la obtenida en el proyecto LIFE Green Sheep (2,98 kg CO_{2e}). El valor de HCPB_{LC} es ligeramente superior a los 199 kg CO_{2e} calculado por Poore y Nemecek (2018), si bien está dentro del rango de 51 a 750 kg CO_{2e} kg⁻¹ referido por Nijdam *et al.* (2012). El valor de producción de proteína comestible por hectárea fue superior en las granjas mixtas (28,2 kg) que en las de carne (2,5 kg).

CONCLUSIÓN

La huella de carbono en kilos de CO_{2e} por kilo de proteína comestible en condiciones de pastoreo tradicional fue un 71,5% inferior en las mixtas, debido a una mayor productividad por hectárea y a pesar de la mayor compra de alimentos en este tipo de granjas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clune, S., Crossin, E., Verghese, K. 2017. J. Cleaner Produc. 140: 766-783.
- DuPuis, E.M., Mulvaney, D. 2024. Science 20: 2390232.
- IDF 2015. Bulletin 479/2015.
- IPCC. 2007. Report (AR4) e Climate Change 2007.
- Nijdam, D., Rood, T., Westhoek, H. 2012. Food Policy 37: 760-770.
- Poore, J., Nemecek, T. 2018. Science 1 360: 6392.
- Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A., Vellinga, T.V. 2013. Agric. Syst. 116: 60-18.
- Salcedo, G., García, Ó., Jiménez, L., Gallego, R., González, R., Arias, R. 2022. Animals. 12 (6): 793.
- Wright, L.A., Kemp, S., Williams, I. 2011. Carbon Management, 2(1): 61-72.

Agradecimientos: Proyectos ECOSPAS (TED2021-131288B-100), ECOSPAS-2 (PID2023-146074OB-100). Programa Complementario de Biodiversidad Asturias BIO06 (Next Generation EU/PRTR) y Ayudas de Incorporación de Científicos Titulares 2022 (Ref. 202230I041).

USO DE LA TIERRA DE LOS REBAÑOS EN PASTOREO TRADICIONAL

Salcedo^{1*}, G., Solé², R., Pérez-Barbería², F.J. y Bodas³, R.

¹Centro Integrado de Formación Profesional "La Granja", 39792 Heras (Cantabria); ²Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad. CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias, Campus de Mieres, Edificio de Investigación, 4ª planta. 33600 Mieres (Asturias); ³Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Subdirección de Investigación y Tecnología. Área de Investigación Ganadera. Finca Zamadueñas. 47071 Valladolid

*gregoriosal57@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial y la mejora nutricional genera una gran demanda de alimentos, donde la tierra, especialmente la arable, es uno de los factores limitantes no renovables más importantes (Bruinsma, 2009; Flachoesky *et al.*, 2017). El objetivo de este estudio fue estimar la productividad del uso de la tierra en las granjas de ovino y caprino de pastoreo tradicional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 89 granjas de pequeños rumiantes (75 de carne y 14 mixtas –que producen carne y leche–), donde el pastoreo tradicional (PT) era la base de la alimentación, fueron incluidas en este trabajo. La superficie total y la carga ganadera eran de 1401 ha y 2,07 ovejas ha⁻¹ en las de carne y 760 ± 871 y 3,48 ± 5,7 en las mixtas respectivamente. Los pastos comunales representaban el 95,5% de la superficie total en las de carne y 88,9% en las mixtas. El modelo ManleCO₂ (Salcedo *et al.*, 2022) fue utilizado para el cálculo del uso del territorio, considerando en cada granja las producciones propias y las individuales del alimento que forman los piensos. Se utilizaron las relaciones carne sin hueso/peso vivo, carne sin hueso/peso canal de 0,46 y 0,75 (Clune *et al.*, 2017) y un valor del 20% de proteína comestible (Nijdam *et al.*, 2012). La proteína comestible de la leche fue calculada asumiendo un 5% de nitrógeno no proteico y restándole a la proteína bruta. Para la comparación entre granjas de carne y mixtas se aplicó la prueba T para muestras independientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso total del suelo, calculado como la suma del utilizado para la producción de alimentos tanto propios como comprados, no difería entre las explotaciones mixtas y de carne, con medias de 864 ± 2153 vs. 1 873 ± 3941 vs. m² kg⁻¹ peso vivo vendido (PVv); 2507 vs. 5429 vs. m² kg⁻¹ carne comestible vendida (CCov) y 16992 vs. 27145 m² kg⁻¹ proteína vendida como leche y carne (PBvLC). Por el contrario, las diferencias entre granjas mixtas y de carne eran significativas para la superficie atribuida de la compra de alimentos (P<0,001), con valores de 14,1 vs. 35,8 vs. m² kg⁻¹ PVv; 41 vs. 103,8 m² kg⁻¹ CCov y 280 ± 186 vs. 4065 vs. m² kg⁻¹ PBvLC respectivamente. Estos resultados pusieron de manifiesto la gran variabilidad entre explotaciones de PT de carne y mixtas respecto a la productividad (36,5 kg PVv ha⁻¹ vs. 51,9 kg PVv y 564 kg leche ha⁻¹, equivalentes a 2,52 y 28,2 kg de proteína comestible ha⁻¹); cantidad de alimento consumido en pastoreo (29,8 vs. 23,1 kg MS kg⁻¹ PVv y 4,69 kg MS L⁻¹ leche) y la eficiencia de conversión total (65 kg MS kg⁻¹ PVv vs. 63 kg MS kg⁻¹ PVv y 12,2 kg MS L⁻¹).

CONCLUSIÓN

Con valores de venta de animales por oveja presente similares entre las explotaciones mixtas y de carne (0,9 vs. 1,09, respectivamente), las mixtas compraron un 40,7% más de alimentos, pero obtuvieron un 1019% más de proteína comestible por hectárea, utilizando un 37% menos de superficie por kilo de proteína comestible que las de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruinsma, J. 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Departamento de Desarrollo Económico y Social, Roma, 2-16.
- Clune, S., Crossin, E., Verghese, K. 2017. J. Cleaner Produc. 140: 766-783.
- Flachowsky, G., Meyer, U., Karl-Heinz, S. 2017. Animals 7(3): 25. Science 1, 360 (6392).
- Salcedo, G., García, Ó., Jiménez, L., Gallego, R., González, R., Arias, R. 2022. Animals 12(6): 793.
- SPSS. 2006.

Agradecimientos: Proyectos ECOSPAS (TED2021-131388B-I00), ECOSPAS-2 (PID2023-146074OB-I00), Programa Complementario de Biodiversidad Asturias BIO06 (Next Generation EU/PRTR), y Ayudas de Incorporación de Científicos Titulares 2022 (Ref. 202230I041).

¿QUÉ FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO (HARINA VS. GRANULADO) ES MÁS RECOMENDABLE PARA ESTIMULAR SU CONSUMO Y OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN LA CRÍA DE TERNEROS LACTANTES?

Verdú*, M., Soldevila, X. y Cucurull, J.

Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida

*marsal.verdu@bonarea.com

INTRODUCCIÓN

La forma de presentación óptima del pienso en terneros lactantes es una cuestión históricamente controvertida (Noller *et al.*, 1961; Bartley, 1973; Omid-Mirzaei *et al.*, 2018; Leao *et al.*, 2020). Hay trabajos que reportan mejoría en la eficiencia alimentaria con el granulado, incrementado el consumo de pienso y la palatabilidad (Bach *et al.*, 2007). En cambio, otros estudios evidencian que el pellet reduce la ingesta de pienso y empeora la eficiencia en comparación con la harina (Porter *et al.*, 2007). Además, el formato del pienso puede influir en la recuperación del impacto negativo sobre la producción, salud y bienestar de terneros sometidos a procesos de mercadeo y transporte donde padecen restricción alimentaria (Pisoni *et al.*, 2021). El presente estudio postuló un mayor impacto de la granulación, debido a la gelatinización del almidón, que la harina, la cual incrementa la superficie disponible mediante la molienda, sobre los resultados de crecimiento y eficiencia. De este modo, el objetivo fue estudiar el efecto de la forma de presentación del pienso de iniciación sobre el consumo, crecimiento y conversión alimentaria, además del estado de salud, en la cría de terneros lactantes frisón procedentes de mercado. La presente comunicación solo incluye los resultados de la fase de lactancia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 48 terneros lactantes frisón [$54 \pm 6,7$ kg de peso vivo (PV) y $30 \pm 9,5$ días de edad] fueron utilizados en un estudio completamente aleatorizado 2×2 factorial ($n = 12$ réplicas/tratamiento) para evaluar el efecto de un aditivo aromatizante y la forma de presentación del pienso (harina vs. granulado). La presente comunicación se centra en reportar los resultados de la forma de presentación. El estudio tuvo una duración de 78 días, 28 días pre- y 50 post-destete. Los terneros fueron alimentados con 4 L diarios de leche en polvo, al 12,5 % de concentración, durante los primeros 21 días (2 tomas/día) y 2 L diarios los últimos 7 días de lactancia (1 toma/día). Además, se les suministró pienso, paja y agua *ad libitum*. A diario se registró el consumo de leche y, semanalmente, el consumo de pienso y el PV. Periódicamente, se evaluó el estado de salud general de los terneros a través del registró de la consistencia de las heces (McGuirk, 2008) y un sistema de puntuación multicriterio para valorar clínica respiratoria de la Universidad de Wisconsin-Madison.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma de presentación afectó ($P < 0,05$) al consumo de lactoreemplazante, crecimiento e índice de conversión durante el período pre-destete. Los terneros alimentados con pellet registraron un mayor consumo de leche ($0,42$ vs. $0,41 \pm 0,002$ kg/día), un incremento de la ganancia media diaria ($0,57$ vs. $0,46 \pm 0,033$ kg/día) y, consecuentemente, mejoraron la conversión alimentaria ($1,80$ vs. $2,02 \pm 0,076$ kg/kg) en comparación con la harina. No se observaron diferencias en PV final ($68,5 \pm 1,35$ kg) ni consumo de pienso ($0,60 \pm 0,03$ kg/día). Además, se detectó una mayor ($P < 0,01$) incidencia de diarreas en el grupo harina (82 vs. 59 %) que el granulado y una mayor proporción de animales con fiebre (38 vs. 14 %; $P = 0,07$) durante la primera semana de lactancia. Sin embargo, no se hallaron diferencias en la proporción de terneros con clínica respiratoria ni animales tratados con antibiótico.

CONCLUSIÓN

La forma de presentación del pienso de iniciación en pellet mejoró el crecimiento y conversión alimentaria de la fase pre-destete en comparación con la harina, siendo la forma de presentación de elección para la cría de terneros lactantes de 50-55 kg de PV y 30 días de edad durante este período.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bach *et al.* 2007. J. Dairy Sci. 90: 3028-3033. • Bartley, E.E. 1973. J. Dairy Sci. 56: 817 • Leao *et al.* 2020. PLoS One 15(7): e0234610. • McGuirk, S.M. 2008. Vet. Clin. Food Anim. 24: 139-153 • Noller *et al.* 1961. J. Dairy Sci. 44: 1199. Abstr. • Omid-Mirzaei *et al.* 2018. J. Dairy Sci. 101: 6074-6084. • Pisoni *et al.* 2021. J. Dairy Sci. 105: 2572-2586. • Porter *et al.* 2007. Prof. Anim. Sci. 23: 395-400.

Agradecimientos: Al personal de granja Nial de bonÀrea Agrupa.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE PASTOS PERMANENTES GESTIONADOS CON DISTINTAS CARGAS GANADERAS POR VACAS DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES EN ZONAS DE MONTAÑA. NW ASTURIAS.

Osoro-Corsino^{1*}, A., Barreiro², A., Roca-Fernández³, A.I., y López-Mosquera¹, M.E.

¹Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería; ²Departamento de Edafología y Química Agrícola; ³Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias. Campus de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela

*andres.osoro@usc.es

INTRODUCCIÓN

Los pastos permanentes resultan esenciales para la alimentación del ganado extensivo de montaña, cuyo objetivo principal es el máximo aprovechamiento de los recursos pascícolas para la producción de carne por razas autóctonas como la Asturiana de los Valles. Para ello, la gestión de los prados disponibles en las granjas mediante el empleo del pastoreo, la siega, o un régimen mixto y el manejo de las superficies forrajeras son claves, recurriendo a la hierba como la principal fuente de alimento. Dentro de las opciones posibles existe una variable que cambia en función del sistema de explotación elegido que es la carga ganadera puntual o temporal, entendida como el número de unidades de ganado mayor por unidad de superficie de pasto (UGM/ha) en un período de tiempo determinado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los pastos a estudio se encuentran en terrenos de montaña sitos en Asturias, en los municipios de Illano, Pesoz y San Martín de Oscos, sobre un material rocoso acidófilo, Pizarras Negras de Lueza. Los suelos son poco profundos y ácidos, siendo clasificados como Umbrisoles Lépticos o Umbrisoles Cámbicos (FAO, 2015). La zona se caracteriza por una temperatura media de 9,5 °C y una precipitación anual de 1.500 mm. Para este trabajo se han seleccionado 4 prados gestionados con cargas ganaderas puntuales altas (CA: >5 UGM/ha) y 6 con bajas (CB: <5 UGM/ha) pastados por vacas de raza Asturiana de los Valles. En ellos, se ha llevado a cabo una identificación taxonómica de las principales especies vegetales presentes en los pastos siguiendo las directrices de Flora Ibérica (Castroviejo, 1986-2021) y una determinación de los parámetros bromatológicos típicos (tales como contenido en materia seca, proteína, fibra, grasa, cenizas, etc.) para análisis de forrajes. Las muestras de hierba se recogieron siguiendo el método propuesto por Hodgson (1990) para posterior cálculo de la producción de pasto. El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS empleando un análisis GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de taxones identificados (CA: 17 vs. CB: 16) y los porcentajes de gramíneas y leguminosas (43,0% de gramíneas en CA vs. 43,5% en CB; 16,0% de leguminosas en CA vs. 14,8% en CB) han sido similares en las dos cargas ganaderas, no observándose tampoco diferencias en la producción de pasto (4245 kg MS/ha en CA vs. 3572 kg MS/ha en CB) entre los grupos estudiados. En cuanto al análisis bromatológico de los forrajes verdes, se han encontrado diferencias significativas ($P < 0,05$) en los parámetros relativos al contenido de MS, lignina y la estimación de energía metabolizable (EM), siendo todos ellos más elevados en los prados gestionados con cargas bajas. Sin embargo, las cenizas han sido significativamente superiores en los prados gestionados con cargas altas (8,78 vs. 7,69% MS), indicando esto un mayor contenido en minerales (Zea, 2007). Ello parece sugerir que las cargas ganaderas altas reducen el material senescente y mejoran la calidad del pasto presente (Sineiro y Díaz, 2011). La EM calculada mediante la ecuación de Ewan (1989) tiene en cuenta parámetros como el extracto etéreo que, aunque no ha presentado diferencias significativas, sí que influye en la ecuación.

CONCLUSIÓN

La gestión con cargas ganaderas puntuales altas parece ser más favorable para la calidad de los pastos permanentes que con cargas bajas debido a los menores contenidos en lignina y mayores en cenizas. Esto se debe a una menor senescencia de la hierba, a pesar de que se obtengan valores inferiores de EM, que podrían ocasionar déficits de energía para el rendimiento del vacuno de carne en extensivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castroviejo, S. 1986-2021. CSIC
- Ewan, R.C. 1989. EAAP 43.
- Hodgson. 1990. Science into Practice.
- Sineiro, F. y Díaz, N. 2011. Pastos.
- Zea, J. 2007. Mundo Ganadero 196.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer a los ganaderos que colaboraron en la investigación.

OPTIMIZACIÓN DE LOS NIVELES DIETÉTICOS DE CALCIO, FÓSFORO Y FITASA EN POLLOS BROILERS CRIADOS EN CONDICIONES EXPERIMENTALES

Soldevila^{1*}, X., Farré¹, G., Llauredó-Calero², E., Barroeta², A.C. y Verdú¹, M.

¹Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida; ²SNiBA, Departament de Ciència Animal y dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona

*xavier.soldevila@bonarea.com

INTRODUCCIÓN

La optimización de los niveles de calcio (Ca) y fósforo (P) en las dietas de pollos broiler es fundamental para el crecimiento y desarrollo esquelético (Charles y Afred, 2021). Las necesidades de estos minerales varían según la fase de crecimiento, reduciéndose su concentración a medida que crecen los pollos (Angel, 2017; FEDNA, 2018). La suplementación con fitasa se ha extendido ampliamente ya que mejora la biodisponibilidad de estos minerales, hidrolizando los fitatos y liberando Ca y P, además de otros nutrientes como aminoácidos (Cowieson *et al.*, 2009). Reajustar los niveles dietéticos de estos dos minerales y de la fitasa podría contribuir a mejorar su utilización y a una producción más sostenible (Lim *et al.*, 2024). El objetivo del presente estudio fue la revisión de los niveles de Ca y P en combinación con la dosis de inclusión de fitasa en dietas de pollos de engorde y evaluar su desempeño productivo, excreción de nutrientes y mineralización ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 2.857 pollos broiler (ROSS 308, de 1 día de vida y sexados) fueron distribuidos en 24 corrales mixtos (50:50 machos y hembras) con un peso vivo (PV) similar. A cada corral se le asignó aleatoriamente uno de los 4 tratamientos dietéticos (n = 6 réplicas). El diseño experimental fue un 2 x 2 factorial siendo los factores los niveles de Ca y P (altos vs. bajos) según recomendaciones de Aviagen (2014 vs. 2022, con niveles medios de Ca de 0,90 vs. 0,74 y P de 0,44 vs. 0,41, respectivamente), y la concentración de fitasa (alta, 2.000 vs. baja, 1.500 FYT/kg) de los piensos. El programa de alimentación consistió en cuatro piensos según la fase de engorde. Se registró el PV y el consumo por corral al final de cada fase (día 7, 21, 30 y 36 de estudio), se monitorizaron las condiciones ambientales y se llevó un registro sanitario diario. Los resultados de matadero incluyeron el peso y rendimiento de canal, además de aspectos sobre su calidad. Además, se sacrificaron y muestrearon ambas tibias de 2 pollos por corral a día 21 y 36 para determinar su contenido en cenizas. Se usaron modelos de efectos mixtos (Proc MIXED del SAS®) para el análisis estadístico, siendo el corral la unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras 36 días de estudio, los animales alimentados con niveles bajos de Ca y P incrementaron ($P < 0,05$) el PV final (2.212 vs. $2.155 \pm 16,2$ g), mejoraron la ganancia media diaria ($60,4$ vs. $58,8 \pm 0,449$ g/día) y el índice de conversión ($1,53$ vs. $1,55 \pm 0,007$ g pienso/g crecimiento) en comparación con los animales alimentados con los altos. En relación con los resultados de matadero, los niveles bajos de Ca y P tendieron ($P = 0,07$) a registrar un mayor peso de canal (1.598 vs. $1.568 \pm 11,07$ g) y menor porcentaje de canales decomisadas ($0,5$ vs. $1,0 \pm 0,20\%$). Las dietas con una concentración de fitasa alta tendieron ($P = 0,07$) a aumentar el rendimiento canal ($72,8$ vs. $72,2 \pm 0,23\%$) y mejorar el índice de conversión canal ($2,07$ vs. $2,09 \pm 0,005$ g/g). No se hallaron diferencias en el contenido en cenizas de las tibias atribuibles a los niveles de Ca, P y fitasa ($53,1 \pm 0,26\%$). Tampoco se observaron incidencias del sistema musculoesquelético como por ejemplo cojeras, saldos o malformaciones.

CONCLUSIÓN

Con el presente ensayo, se puede concluir que niveles dietéticos más bajos de Ca y P (un 17% de Ca y un 7,5% de P) permiten lograr una mejoría en los resultados productivos y de matadero sin evidenciar perjuicio en la mineralización ósea; además, niveles altos de fitasa tienden a mejorar los parámetros productivos en matadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angel, R. 2017. FEDNA 33: 141-148.
- Aviagen. 2014.
- Aviagen. 2019.
- Charles, L. y Afred, N. 2021. Livest. Anim. Res. 19(2): 139-148.
- Cowieson *et al.* 2009. World's Poult. Sci. J. 65(3): 401-418
- FEDNA. 2018.
- Lim *et al.* 2024. J. Anim. Sci. Technol. 66(1): 93-102.

Agradecimientos: Al personal de granja Nial de bonÀrea Agrupa y a Anna Cotcho, estudiante de trabajo de final de grado de la Universitat de Lleida.

VALORACIÓN *IN VITRO* DE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL DE LA PROTEÍNA DE SUBPRODUCTOS FIBROSOS PARA PORCINO MEDIANTE EL INCUBADOR DAISY[®]: EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACIÓN

Piquer^{1*}, L., Piquer², O., García-Rebollar³, P., De Caria⁴, P. y Cerisuelo¹, A.

¹CITA-IVIA, 12400-Castellón; ²Dpto. Prod. San. Animal, UCH-CEU, 46115-Valencia;

³ETSIAAB, UPM, 28400-Madrid; ⁴Università Mediterranea, 89124-Reggio Calabria

*piquer_lai@gva.es

INTRODUCCIÓN

La utilización de materias primas (MP) proteicas alternativas a la soja puede ser una vía para reducir la huella ambiental en porcino. Una correcta valoración de la fracción proteica de estos alimentos es fundamental para poder utilizarlos de manera óptima en piensos, pero los estudios *in vivo* implican un elevado coste y el uso de animales experimentales y técnicas complejas como la canulación ileal. En este sentido, el uso de protocolos de digestibilidad *in vitro* permite valorar alimentos de una forma más sencilla, aunque con algunas limitaciones. El protocolo Boisen y Fernández (1995; BF) es el más utilizado para valorar la digestibilidad ileal *in vitro* de la proteína bruta (dPBiv) en porcino. Este protocolo ha sido adaptado por diversos autores al incubador Daisy[®] (AD[®]; Ankom, USA), que permite valorar una mayor cantidad de muestras al mismo tiempo respecto al método de filtración convencional, aumentando la eficiencia de la determinación (Tassone *et al.*, 2020). En esta adaptación, algunos trabajos modifican los tiempos de incubación (Akinsola, 2013; A), asemejándolos más a los tiempos reales de digestión *in vivo*, pero no existe un consenso en este sentido. En este estudio se comparó la dPBiv ileal para porcino de 4 MP fibrosas y harina de soja (HS): dos tipos de bagazo de cerveza secados con dos métodos diferentes (biomasa, BIO y solar, SOL), torta de camelina (CT), harina de camelina (CH) y HS, utilizando los tiempos de incubación marcados por BF y A, mediante un incubador AD[®].

MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo BF para la determinación de la dPBiv ileal consta de dos etapas, una fase gástrica en la que se simulan las condiciones en estómago (pH 2,0; 39°C) utilizando una solución con pepsina (Sigma-Aldrich ref. P7000) durante 6 h, seguida de una fase ileal en la que se simula el paso del alimento por el intestino delgado (pH 6,8; 39°C) durante 18 h utilizando pancreatina (Sigma-Aldrich ref. P1750). Por otro lado, el protocolo A utiliza las mismas condiciones de incubación que BF pero diferentes tiempos, 2 horas para la fase gástrica y 5 horas para la fase ileal. Estos dos protocolos se compararon utilizando un incubador AD[®] en un experimento que constó de 2 tandas y 2 jarras de incubación para cada protocolo en cada tanda. Cada jarra contenía un total de 20 muestras (4 muestras por MP) y un blanco, obteniendo un total de 16 muestras por MP y protocolo de incubación. Para el experimento, se introdujo 0,5 g de cada MP previamente molida a 1 mm en bolsas Ankom F-57, que se incubaron en el equipo AD[®] dentro de las diferentes jarras. Una vez terminada la digestión, las bolsas con las MP digeridas se secaron a 80°C durante 18 h. Las MP y el material digerido se analizaron para materia seca y PB con el objetivo de calcular la dPBiv de cada muestra. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS[®] obteniendo las medias de la dPBiv por muestra y protocolo de incubación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la HS mostró la mayor ($P<0,05$) dPBiv (91,4%), seguida de los bagazos de cerveza (BIO: 68,1%; SOL: 67,4%) y los subproductos de camelina (CH: 52,5%; CT: 47,7%). La reducción del tiempo de incubación (protocolo A) dio lugar a una menor dPBiv en todas las MP analizadas (78,1% vs. 58,7% para BF y A, respectivamente; $P<0,05$). La reducción fue mayor en CH (-31,1%) y CT (-25,3%), intermedia en los bagazos BIO (-15,3%) y SOL (-16,2%) y menor en HS (-8,8%).

CONCLUSIÓN

La reducción de los tiempos de incubación en los protocolos para la determinación de la dPBiv ileal mediante AD[®] disminuyó la digestibilidad ileal de la PB, principalmente en las MP fibrosas. Sin embargo, para establecer el protocolo *in vitro* más adecuado en cada caso es necesario comparar los valores de dPBiv obtenidos en este trabajo con resultados *in vivo*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinsola, M.C. 2013. PhD thesis, Tshwane Univ. Technol., Sudáfrica.
- Boisen, S. y Fernández, J.A. 1995. Anim. Feed Sci. Technol. 51: 29-43.
- Tassone *et al.* 2020. Animals. 10(5): 775.

Agradecimientos: Proyecto IVIA-GVA 52201L, cofinanciado por el P.O. FEDER de la CV 2021-2027.

ESTRATEGIAS ALIMENTICIAS EN LECHONES DESTETADOS CON BAJO PESO

Sobrevia*, L., Blavi, L., Laird, S., Ton Nu, M.A., Tibble, S. y Koppenol, A.

AB Neo, PL Fraga, C/ Comunidad de Murcia, parc. LIE-1-03, 22520 Fraga (Huesca)

*laia.sobrevia@ab-neo.com

INTRODUCCIÓN

Una dieta específica para lechones destetados con un peso inferior a 4kg es fundamental para garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo. Según Tang *et al.* (2022), estos lechones son más susceptibles al estrés del destete y requieren nutrientes balanceados para fortalecer su sistema inmunológico y asegurar una correcta adaptación. Además, una alimentación adecuada favorece la mejora en la conversión alimenticia, como indican Huting *et al.* (2021). La proteína de alta calidad y la inclusión de prebióticos son esenciales para el desarrollo de la microbiota intestinal, como lo destaca Barba-Vidal *et al.* (2018). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la suplementación con un complemento alimenticio en lechones con bajo peso sobre los rendimientos productivos y la mortalidad en el periodo de post destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 900 lechones (24 días de edad, $3,95 \pm 0,08$ kg de peso vivo) se distribuyeron en tres tratamientos (25 lechones/corral, $n=12$) para comparar un pienso prestarter (PS) en pellet, un lactoiniciador (LT) en pellet y un suplemento alimenticio (SA) compuesto por proteínas digestibles, pre y probióticos, ácidos grasos de cadena media, entre otros, en harina para estimular el consumo de pienso. El estudio duró 42 días y se dividió en 4 fases: fase 0 (1-7 días), fase 1 (7-14 días), fase 2 (14-28 días) y fase 3 (28-42 días). Durante la fase 0 se administró a cada grupo el tratamiento seleccionado en la tolva y en los platos y a partir de los 7 días todos recibieron la misma dieta común en pellet directamente en la tolva, de tal manera que consumieron pienso prestarter (7-14 días), starter 1 (14-28 días) y starter 2 (28-42 días). El rendimiento del crecimiento (peso corporal, ganancia media diaria, consumo diario de alimento y conversión alimenticia), la mortalidad, el descarte y el porcentaje de animales medicados se midieron por fase. Los datos se analizaron mediante ANOVA utilizando el Modelo Lineal General (JMP, versión 17; SAS® Inst., Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo del suplemento alimenticio durante los 7 primeros días mejoró el peso corporal de los lechones a los 7 días ($P<0,038$) y a los 14 días ($P<0,039$), en comparación al grupo PS y LT (4,93 kg frente a 4,79 kg y 4,79 kg, a los 7 días y 6,25 kg frente a 5,98 kg y 6,04 kg, a los 14 días, respectivamente). No se observaron diferencias significativas en el peso ($P>0,202$) a los 42 días, aunque el grupo con SA fue numéricamente superior en comparación a los otros (15,4 kg frente a 14,5 kg y 14,6 kg). En relación con la mortalidad y descartes, se observaron diferencias significativas en la fase 0 ($P<0,022$), fase 1 ($P<0,001$) y la fase 2 ($P<0,001$) en la que los lechones del grupo SP obtuvieron menos porcentaje de bajas y descartes. En cuanto a la medicación, los lechones SP tuvieron significativamente menos porcentaje de medicación en la fase 0 ($P<0,012$), fase 1 ($P<0,001$), fase 2 ($P<0,001$) y en los resultados globales ($P<0,014$) a los 42 días de estudio terminando con un 43% de los animales medicados frente a un 56% en el caso del grupo PS y un 46% en el LT.

CONCLUSIÓN

El consumo del suplemento alimenticio con proteínas digestibles, pre y probióticos, ácidos grasos de cadena media y fibra dietética durante los primeros 7 días post destete en lechones con bajo peso mejoró el peso de los animales a los 7 y 14 días. Además, redujo el número de descartes, mortalidad y el porcentaje de medicados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Barba-Vidal, E. *et al.* 2018. Review: Are we using probiotics correctly in post-weaning piglets? *Animal* 12(12): 2489-2498. • Huting, A.M.S. *et al.* 2021. Using Nutritional Strategies to Shape the Gastro-Intestinal Tracts of Suckling and Weaned Piglets. *Animals* 11(2): 402. • Tang, X. *et al.* 2022. Weaning stress and intestinal health of piglets: A review. *Front Immunol.* 13: 1042778.

APLICACIÓN DE LA METABOLÓMICA DIRIGIDA PARA ESTUDIAR LOS FACTORES QUE PREDISPONEN A LA DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN LAS OVEJAS

Toral^{1*}, P.G., Frutos¹, P., Della Badia¹, A., Yáñez-Ruiz², D.R. y Hervás¹, G.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León;

²Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008 Granada

*pablo.toral@csic.es

INTRODUCCIÓN

La depresión de la grasa láctea (MFD, por las siglas de *milk fat depression*) es un síndrome multifactorial de gran complejidad que afecta no solo a vacas, sino también a ovejas y cabras (Dewanckele *et al.*, 2020). La MFD muestra además una gran variabilidad individual, lo que solo ha comenzado a despertar interés en los últimos años (Della Badia *et al.*, 2021, 2023a). Además, gran parte del esfuerzo investigador previo se había centrado en comprender el desarrollo de la MFD en respuesta a cambios en la dieta, pero ahora sospechamos que podría haber factores que predispongan a una mayor o menor susceptibilidad individual y que permitirían predecir su aparición o extensión. Así, en un meta-análisis reciente identificamos una relación entre la concentración inicial de grasa láctea y la extensión de la MFD en ovejas (Della Badia *et al.*, 2023b). Este estudio lo realizamos para profundizar en los factores que predisponen a la MFD en las ovejas, utilizando para ello un enfoque de metabolómica dirigida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos una primera prueba con 22 ovejas Assaf alimentadas *ad libitum* con una ración *unifeed* durante 1 mes (periodo control). A continuación, durante otro mes suplementamos la dieta con 2% MS de aceite de pescado para inducir MFD (periodo MFD). Al final de cada periodo recogimos muestras de plasma antes de la comida de la mañana. En función de la caída del % de grasa láctea, seleccionamos las 5 ovejas más respondedoras a la MFD (RESPO+) y las 5 menos respondedoras a la MFD (RESPO-). Repetimos la prueba 3 años después con otro grupo de 23 ovejas y el mismo diseño experimental. Así, en total identificamos 10 ovejas muy respondedoras (RESPO+) y 10 ovejas poco respondedoras (RESPO-) a la MFD, en cuyo plasma aplicamos la técnica de UPLC-MRM/MS para la cuantificación absoluta de metabolitos polares de las principales vías metabólicas (metabolismo central del carbono, metabolismo de los aminoácidos, betaoxidación de los ácidos grasos, metabolismo de un carbono, metabolismo de las vitaminas y metabolismo purina-pirimidina). Los resultados los analizamos mediante ANOVA con el MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó el efecto fijo de la respuesta (RESPO- vs. RESPO+) y de la prueba, y el efecto aleatorio del animal anidado a la prueba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de metabolómica dirigida permitió cuantificar 276 metabolitos en las muestras de ambos experimentos. De ellos, 13 estaban presentes en concentraciones mayores en RESPO+ y 3 en RESPO- ($P<0,05$). Entre los primeros identificamos 5 ácidos grasos de origen principalmente ruminal: isobutirato, isovalerato, 8:0, 19:0 y 23:0. Los datos de los dos últimos concuerdan con los obtenidos en la digesta ruminal o la leche de las ovejas utilizadas en la segunda prueba (Della Badia *et al.*, 2021 y 2023a). Los demás metabolitos que mostraron diferencias ($P<0,05$) parecen estar relacionados con el metabolismo de los aminoácidos, como la lisinoalanina, el ácido glutárico, la glutamilmisteína, la sarcosina o el ácido indolacético. En este sentido, nuestros estudios previos habían sugerido ya una posible interacción entre la MFD y el metabolismo proteico en ovejas (Frutos *et al.*, 2021; Della Badia *et al.*, 2021), una relación que ha sido poco estudiada hasta ahora, pero en la que convendría profundizar en el futuro.

CONCLUSIÓN

La aplicación de metabolómica dirigida para estudiar los factores que predisponen a la MFD en ovejas lecheras sugiere que la mayor o menor susceptibilidad a este síndrome podría estar relacionada, entre otros, con procesos ruminales y con el metabolismo de los aminoácidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Dewanckele, L. *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 7655-7681. • Della Badia, A. *et al.* 2021. J. Dairy Sci. 104: 11509-11520. • Della Badia, A. *et al.* 2023a. J. Dairy Sci. 106: 245-256. • Della Badia, A. *et al.* 2023b. J. Dairy Sci. 106(s1): 371-372. • Frutos, P. *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 100: 9611-9622.

Agradecimientos: Proyectos PID2020-113441RB-I00 (MCIN/AEI, España), PIE202340E068 (CSIC) y contrato PRE2018-086174 (MCIN/AEI, España y Fondo Social Europeo) de A. Della Badia.

SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON QUITOSANO DE *TENEBRIO MOLITOR*: EFECTOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Baila^{1*}, C., Toral¹, P.G., Hassanien^{1,2}, M.A.M., Barrio¹, E., Frutos¹, P. y Hervás¹, G.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León;

²Univ. de South Valley, Qena, Egipto

*c.baila@csic.es

INTRODUCCIÓN

La industria de la cría de insectos se encuentra en auge por el interés que despiertan como fuentes alternativas de energía y proteína en alimentación animal (van Huis *et al.*, 2013; Gasco *et al.*, 2020). Tras el procesado de los insectos para extraer aceites y harinas, se obtiene su exoesqueleto, a partir del cual se puede producir quitosano (QUI). La suplementación de dietas de rumiantes con QUI de crustáceos ha resultado en efectos positivos a nivel ruminal (ej. reducción de la metanogénesis y mayor acumulación de ácidos grasos beneficiosos; Goiri *et al.*, 2010; Belanche *et al.*, 2016; Jayanegara *et al.*, 2021). Sin embargo, los escasos estudios disponibles con QUI de insectos muestran gran variabilidad en los resultados debido, entre otros, a los numerosos tipos y dosis de QUI y de especies de insectos evaluadas. Por ello, se diseñó un ensayo *in vitro* para evaluar los efectos producidos por la inclusión de diferentes dosis de QUI de *Tenebrio molitor* (gusano de la harina) en la dieta de ovejas en lactación sobre la fermentación ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo *in vitro* mediante cultivos discontinuos de microorganismos ruminales y la técnica de producción de gas. Tres ovejas canuladas se usaron para obtener el inóculo ruminal. Los 4 tratamientos incubados consistieron en una dieta mezclada completa 50:50 suplementada con un 0 (Control), 1 (QUI1), 2 (QUI2) y 3% (QUI3) de materia seca (MS) de QUI de *T. molitor* (peso molecular: <40 kDa; Tebrio Group S.L., Salamanca, España). La incubación duró 20 h y se repitió 4 días seguidos. Se registró la producción de gas (PG) y se estimaron las desapariciones de MS (DMS) y de fibra neutro detergente (DFND), a partir de la cual se estimó la digestibilidad verdadera *in vitro* (DV_{iv}). Además, se analizaron las concentraciones de lactato y de amoníaco mediante métodos colorimétricos y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) mediante cromatografía de gases. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de un factor (SAS® v9.4) y se utilizaron contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dosis de QUI redujo linealmente la PG y la DMS (P<0,001) a partir del 1% y del 2% respectivamente, mientras que la DFND y la DV_{iv} se vieron más perjudicadas con las dosis más altas (QUI2 y QUI3; efecto cuadrático; P<0,001). Sin embargo, la suplementación de la dieta con QUI no alteró las concentraciones de amoníaco y lactato (P>0,10). Los tratamientos QUI2 y QUI3 incrementaron el porcentaje de acético y disminuyeron el porcentaje de butírico (P<0,001), aunque no hubo diferencias en la producción de AGV individuales ni totales (P>0,10). Estos resultados muestran una reducción de la PG y de la degradación de MS y fibra con dosis muy bajas de QUI de *T. molitor*. No obstante, es necesario estudiar si la menor PG puede deberse al efecto negativo causado sobre la degradación o si va acompañada de una reducción de la producción de metano, tal y como se ha descrito anteriormente con QUI de crustáceos (Goiri *et al.*, 2010). En el segundo caso, cabe preguntarse si dosis más bajas u otros tipos de QUI de *T. molitor* pueden tener efecto antimetanogénico sin afectar a otros parámetros. Además, convendría evaluar el efecto de las diferentes dosis sobre la biohidrogenación ruminal en busca de hallazgos beneficiosos como los descritos con el QUI de crustáceos (Jayanegara *et al.*, 2021).

CONCLUSIÓN

La suplementación de una dieta de ovejas lecheras con QUI de *T. molitor* produce una reducción de la producción de gas y de la degradación de la fibra desde dosis bajas (ej. 1% MS).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Belanche, A. *et al.* 2016. FEMS Microbiol. Ecol. 92: fiv160. • Gasco, L. *et al.* 2020. Curr. Opin. Green Sustain. Chem. 23: 67-79. • Goiri, I. *et al.* 2010. J. Anim. Sci. 88: 749-755. • Jayanegara, A. *et al.* 2021. IOP Conf. Series Mater. Sci. Eng. 1098: 042101. • van Huis, A. *et al.* 2013. FAO Forestry Paper 171: 187.

Agradecimientos: Proyectos PID2023-146979OB-I00 (MCIU/AEI, España) y CSI020P23 (Junta de Castilla y León) con cofinanciación FEDER y Tebrio Group S.L.

ESTRATEGIAS DE ESTERILIZACIÓN PARA OPTIMIZAR EL USO DEL ORUJO DE TOMATE EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Osorio^{1*}, L., Aguilera², J.R., García³, A.J., Barrero⁴, B., Angón⁵, E. y Alcalde¹, M.J.

¹Dpto Agronomía. Universidad de Sevilla. Crta Utrera Km.1. 41013 Sevilla; ²Dpto de Nutrición y Bromatología, Toxicología y Medicina Legal. Universidad de Sevilla. C/ Profesor García González 2. 41012 Sevilla; ³Corsevilla. Crta Guadalcanal, Km.1. 41370 Cazalla de la Sierra (Sevilla);

⁴Dpto de I+D+i. CICAP. Ctra. Industrial Dehesa Boyal, 8, Parcela 9-13, 14400 Pozoblanco (Córdoba);

⁵Campus de Excelencia Internacional CEIA3. C/Alfonso XIII, 13, Centro, 14001 Córdoba

*losorio@us.es

INTRODUCCIÓN

El orujo de tomate (OT), subproducto de su procesamiento industrial, alcanza una producción de más de 1 millón de toneladas anuales (del Valle *et al.*, 2006). Su alto contenido en compuestos fibrosos limita su uso directo en alimentación animal debido a su baja digestibilidad (Marcos *et al.*, 2019). El uso del OT como sustrato de hongos lignocelulolíticos podría mejorar su digestibilidad, así como mejorar su perfil proteico (Pérez-Chávez *et al.*, 2019). Sin embargo, debido a su composición y una humedad relativa (HR) del 90% es un sustrato tendente a rápidas modificaciones microbiológicas descontroladas (Tacchini *et al.*, 2024), que conllevan a una inhibición del crecimiento del hongo. El objetivo de este estudio es identificar el método de esterilización más eficiente que permita disminuir la carga biológica del OT estabilizado a niveles donde el hongo pueda competir con otros microorganismos y colonizar el sustrato.

MATERIAL Y MÉTODOS

Métodos de esterilización del OT estabilizado; químicos (tratamiento alcalino); físicos (pasteurización y autoclave); tratamiento químico, se utilizó hidróxido de calcio al 2% (p/p), sumergiendo el OT durante 24 ± 1 hora; pasteurización (100°C por 15 minutos) y autoclave a (121°C durante 20, 60 y 90 minutos). Se realizan diluciones seriadas a partir de (25g sustrato /100ml de peptona tamponada) para determinar unidades formadoras de colonias totales (UFC) de bacterias aerobias mesófilas (Agar PCA) y hongos y levaduras (Agar Sabouraud+ Cloranfenicol). Se registró el tiempo de colonización del sustrato (TC) esterilizado e inoculado con *Pleurotus ostreatus* al 5% (p/p) y se cultivó en cámaras controladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 2\%$ de HR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El autoclave a 121°C durante 20, 60 y 90 minutos presentó los menores tiempos de colonización (TC) para *Pleurotus ostreatus*, con un rango de 12 a 15 días, frente a la pasteurización (17-19 días) y la inmersión alcalina (>24 días). Aunque la inmersión alcalina es considerada un método más efectivo (Llorente, 2024), en nuestro estudio se observó la formación de una fase acuosa en el sustrato que inhibía el crecimiento micelial y favorecía la proliferación de bacterias anaeróbicas. Con un OT inicial de 10^5 UFC organismos mesófilos aerobios y 10^3 UFC de mohos, la pasteurización presentó mayores cargas microbiológicas (65 UFC/g de aerobios y 14 UFC/g de levaduras y mohos). En contraste, el autoclave mantuvo bajos niveles microbiológicos: aerobios <10 UFC/g, levaduras y mohos en 2 UFC/g y sin presencia de bacterias anaeróbicas entre los diferentes tiempos evaluados. Estudios previos destacan el autoclave como mejor método en comparación a métodos como la irradiación gamma, generando sustratos libres de contaminaciones microbiológicas (Orduño *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

La esterilización en autoclave a 121°C y 20 min es el método más eficaz, logrando menor tiempo de colonización micelial y un sustrato microbiológicamente estable para el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- del Valle, M. *et al.* 2006. J. Sci. Food Agric. 86: 1232-1236.
- Marcos, C.N. *et al.* 2019. Animals 9(6): 343.
- Pérez-Chávez, A.M. *et al.* 2019. Energy Sustain. Dev. 50: 50-60.
- Tacchini, F. *et al.* 2024. Experticia 1(15): 12-16.
- Llorente, M. 2024.
- Orduño, G.R.D. *et al.* 2018. Biotecnia, 20(2): 51-58.

Agradecimientos: Financiación con Grupo Operativo 'GO-Tomatho. Proyecto GOPG-SE-23-0006 de la Junta de Andalucía.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL DE LA INCLUSIÓN DE PULPA DE GAZPACHO EN UN PIENSO DE CEBO PARA OVINO

Sanchez-Garcia, A. y Martin Garcia*, I.

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), C/ Prof. Albareda 1, 18008-Granada

*ignacio.martin@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Andalucía genera cerca del 36 % de la producción de tomate a nivel nacional (MAPA, 2022) y cerca de 3 millones de toneladas se destinan a la fabricación de alimentos de V gama, como el salmorejo o el gazpacho (WPTC, 2022), generando subproductos del tomate (GA), diferentes de las pulpas de tomate convencionales, que pueden llegar a alcanzar entre un 3-5 % de la producción anual de este alimento. Por otro lado, los GA tienen una composición nutricional interesante en cuanto a fibra y proteína que los rumiantes son capaces de utilizar para destinar su energía a la producción de carne y/o leche. Además, el tomate es una fuente rica en compuestos bioactivos (terpenoides, vitaminas y compuestos azufrados) que son beneficiosos para la salud animal y humana (Lu *et al.*, 2022). De esta forma, los GA podrían considerarse como ingredientes alternativos, susceptibles de ser incorporados en la alimentación de rumiantes. Por ello, el objetivo de este estudio fue caracterizar la fermentación ruminal *in vitro* de distintos porcentajes de inclusión (0, 5, 10, 20 y 25 %) de GA en pienso para ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar la fermentación ruminal de la inclusión de diferentes porcentajes de los subproductos del GA (0, 5, 10, 20 y 25 %) en un pienso comercial para cebo de cordero, se realizó un ensayo *in vitro* siguiendo la metodología descrita por Sánchez-García *et al.* (2024), mediante el empleo de la técnica de Cultivos No Renovados de Microorganismos Ruminales, inoculados con contenido ruminal (CR) de 6 ovejas canuladas (n=6) tamponado (proporción 1:3 de CR:tampón). En botellas Wheaton se incubaron, durante 24 h, 500 mg de GA y de una dieta (proporción 10:90 de paja:concentrado) en la que el concentrado fue sustituido parcialmente por GA en las proporciones antes indicadas. Se cuantificó la producción de gas y, para determinar la producción de CH_4 , se tomaron muestras del gas del espacio en cabeza a las 6 y 24 h tras el inicio de la fermentación. A las 24 horas, se muestreó el contenido de cada botella para la determinación de N amoniacal (N-NH_3), ácidos grasos volátiles (AGV) y lactato. Además, se estimaron la digestibilidad de la materia orgánica (DMO, g/kg MS) y la energía metabolizable (EM, MJ/kg MS) de las dietas a partir de las ecuaciones de Meinke y Steingass (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la concentración de CH_4 a las 6 y 24 horas, así como la EM y DMO de las distintas dietas, no aparecieron diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, en el caso de la producción de gas, se encontró una tendencia a disminuir conforme aumentaba la inclusión de la pulpa de GA pasando de 170 a 152 ml/g MS cuando se incluyó en un 0 y un 25%, respectivamente. Los valores de AGV, N-NH_3 y de lactato tampoco presentaron diferencias significativas entre los distintos porcentajes de inclusión. Sin embargo, analizando de forma individual las proporciones molares de cada AGV, así como la proporción acetato/propionato, aparecieron diferencias significativas en la proporción de isoalerato, que se incrementó conforme aumentó el porcentaje de inclusión de la pulpa de GA. Estos resultados fueron similares a los encontrados en Marcos *et al.* (2022).

CONCLUSIÓN

La pulpa de GA incluida hasta un 25 % en el concentrado de pequeños rumiantes no supone merma de la actividad fermentativa ruminal *in vitro*. Niveles que oscilen entre el 10 y el 20 % podrían ser adecuados para la formulación de dietas de pequeños rumiantes. Es necesario el estudio de la digestibilidad *in vivo* de este subproducto para aportar información sobre la utilización de nutrientes, así como del balance energético y nitrogenado en el animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA. 2022 • World Processing Tomato Council. 2022. • Lu, S. *et al.* 2022. *Animals* 12: 3294. • Sánchez García, A.M. *et al.* 2024. *C3Bioeconomy*. 5: 69-86. • Marcos, C.N. *et al.* 2022. *Animals* 12: 3540. • Menke, K.H. y Steingass, H. 1988. *Anim. Res. Rural Develop.* 28: 7-25.

Agradecimientos: Este proyecto ha sido financiado por GOPG-GR-23-0007, CHERRY4FOOD. El contrato de A. Sánchez ha sido financiado por las ayudas FPU22/01066.

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE MODULADORES DEL *QUORUM SENSING* SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Navarro Marcos^{1*}, C., de Evan², T., Arroyo², J.M. y Carro², M.D.

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid; ²Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

*carlon05@ucm.es

INTRODUCCIÓN

El *quorum sensing* (QS) es un mecanismo importante de comunicación entre bacterias, pero ha sido poco estudiado y podría desempeñar un papel crucial en el rumen (Won *et al.*, 2020). Trabajos recientes han demostrado que los moduladores de QS pueden influir en la fermentación en reactores anaerobios (Maeda *et al.*, 2021). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diversos moduladores de QS sobre la fermentación ruminal *in vitro* de dos sustratos de diferente composición.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron tres moduladores de QS [N-Butyryl-DL-homoserina lactona (NB), N-Octanoil-DL-homoserina lactona (NO) y acilasa (AC)] administrados a tres concentraciones (5, 25 y 50 μ M para NB y NO, y 7, 35, 70 mg/L para AC). Asimismo, se utilizaron dos sustratos: uno de fermentación rápida (ALM; almidón y glucosa 90:10) y otro de fermentación lenta (CEL; celulosa, xilanos y pectinas, 65:20:15). Se pesaron 300 mg de sustrato en viales de 120 mL a los que se añadieron 30 mL de una mezcla de medio de cultivo e inóculo ruminal (4:1) y el modulador en la concentración correspondiente. Se añadieron 3 gramos de una mezcla de aminoácidos al medio de cultivo para que el contenido en proteína bruta en los viales fuera del 16%. Los viales se cerraron con tapones y se incubaron a 39°C durante 24 h. Se utilizó el inóculo ruminal de tres ovejas para obtener tres réplicas por tratamiento y para cada combinación de sustrato e inóculo se incluyó un vial control sin moduladores, así como dos blancos (viales sin sustrato ni moduladores) para cada inóculo. La producción de gas se midió a las 2, 4, 8, 10 y 24 h. Al finalizar las 24 h de incubación, los viales se abrieron, se midió el pH y se tomaron muestras para analizar la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y NH_3 . Los datos se analizaron de forma independiente para cada sustrato y modulador mediante el procedimiento PROC MIXED de SAS, considerando la concentración de modulador como efecto fijo y el inóculo como efecto aleatorio. La comparación de medias se realizó mediante un test de Dunnett utilizando el control como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron efectos de los moduladores en la producción de gas a las 2, 4, 8 y 10 h al incubar el sustrato CEL. En cambio, se observó un incremento significativo en la producción de gas a las 10 h al utilizar NB (60% de aumento) y NO (91%) en comparación con el control al incubar el sustrato ALM. Trabajos previos han observado que la utilización de moduladores de QS puede incrementar la producción de gas y metano en reactores anaerobios (Maeda *et al.*, 2021). En comparación con el control, el pH final de los viales con NB fue menor al incubar el sustrato ALM y mayor al incubar el sustrato CEL ($P < 0,10$), indicando diferencias en la respuesta según el tipo de sustrato. La producción de gas a las 24 h (PG24) fue inferior ($P < 0,05$) en los viales con NB para el sustrato CEL, pero no se observaron diferencias ($P > 0,05$) con el sustrato ALM. Tampoco se observaron diferencias ($P > 0,05$) en el perfil de AGV para ningún modulador en ambos sustratos. Sin embargo, la producción total de AGV (tAGV) fue superior ($P < 0,10$) en los viales con 50 μ M de NO para el sustrato ALM e inferior ($P < 0,10$) en los viales con 50 μ M de NB para el sustrato CEL. La relación PG24/tAGV fue menor en los viales con 25 y 50 μ M de NO ($P < 0,05$ y 0,01, respectivamente) para el sustrato ALM. No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la concentración de NH_3 para el sustrato CEL, pero sí mayores concentraciones para el sustrato ALM en los viales con 25 y 50 μ M de AC ($P < 0,01$).

CONCLUSIÓN

Los moduladores de QS podrían influir en la fermentación ruminal; no obstante, es fundamental realizar estudios adicionales para confirmar estos resultados, identificar las concentraciones óptimas y explorar posibles interacciones con otros factores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maeda *et al.* 2021. Appl. Microbiol. Biotechnol. 105: 7607-7618.
- Won *et al.* 2020. Microbiome 8: 23.

EVOLUCIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL EN CERDAS DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN Y LACTACIÓN

Auseré-Holguín^{1,2*}, A., Gómez-Conde², M.S. y Latorre¹, M.A.

¹Universidad de Zaragoza-IA2, C/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza;

²ADM Animal Nutrition Spain S.A., C/ Clavo 1, 28522 Rivas, Madrid

*alberto.ausereholguin@adm.com

INTRODUCCIÓN

La microbiota intestinal de las cerdas reproductoras puede verse influenciada por diversos factores, como la dieta, el ambiente y el manejo periparto; y además puede condicionar el equilibrio de la microbiota de sus crías (Kiernan *et al.*, 2023), resultando clave a la hora de diseñar nuevas estrategias nutricionales que promuevan una salud intestinal idónea en la progenie al nacimiento. Este trabajo se llevó a cabo como estudio preliminar para profundizar en la microbiota de las cerdas, y en su evolución a lo largo del ciclo (gestación, parto y lactancia).

MATERIAL Y MÉTODOS

De una granja porcina de la provincia de Lleida, se utilizaron 30 cerdas hiperprolíficas de cruce Landrace x Large White de una misma banda, encontrándose en diferentes ciclos productivos ($n = 15$ nulíparas y $n = 15$ múltiparas). Todas ellas recibieron el mismo manejo alimentario; pienso de gestación de forma restringida hasta el día 3 preparto, momento en que se trasladaron a las salas de maternidad, y pienso de lactación desde ese día hasta el destete. A los 90 días de gestación, a los 2 días postparto y el día del destete se tomaron muestras de heces rectales de cada animal para el estudio de la microbiota. Se amplificaron un total de 50 ng de ADN. En primer lugar, se diseñaron cebadores que contenían: 1) una secuencia de enlazador universal que permite amplicones mediante el kit Nextera XT Index (ILLUMINA); y 2) cebadores universales del gen 16S rRNA. Las bibliotecas basadas en 16S se cuantificaron mediante fluorimetría utilizando el kit de ensayo Quant-iT™ PicoGreen™ dsDNA (ThermoFisher). Los resultados se analizaron con el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de riqueza microbiana se mantuvo similar de los 90 días de gestación al parto ($P > 0,05$), pero disminuyó ($P < 0,05$) en el momento del destete. Sin embargo, el índice Shannon mostró un aumento ($P < 0,05$) desde el día 90 de gestación al momento del parto, pero se mantuvo en una posición intermedia ($P > 0,05$) entre ambos en el momento del destete. En relación con las especies microbianas más abundantes, entre el día 90 de gestación y el día 2 postparto se observó un descenso ($P < 0,05$) de *Streptococcus alactolyticus* y *Lachnospira pectinoschiza*, siendo esta última bacteria responsable de la producción de formiato y acetato (Zhang *et al.*, 2024), probablemente debido a la disminución de ingesta de fibra soluble durante los días previos al parto (Cornick *et al.*, 1994). Desde el día 2 postparto hasta el destete hubo un aumento ($P < 0,05$) de *Prevotella copri*, posiblemente asociado a un mayor consumo de fibra, debido a la mayor ingesta voluntaria de pienso de la cerda durante la lactación (Mou *et al.*, 2020). En esta fase también se encontró un aumento ($P < 0,05$) de *Megasphaera elsdenii*, *Terrisporobacter petrolearius* y *Clostridium jeddahitimonense*, este último degradador de monosacáridos, permitiendo la proliferación de microorganismos beneficiosos, actuando como prebiótico (Fowler *et al.*, 2023). Asimismo, en ese mismo periodo se detectó un descenso ($P < 0,05$) principalmente de *Clostridium moniliforme*, *Treponema bryantii* y *Clostridium disporicum*.

CONCLUSIÓN

El impacto del consumo de fibra, tanto soluble como insoluble, durante la gestación y la lactación de las cerdas parece tener una relación muy alta con una mayor abundancia relativa de microorganismos fermentadores de carbohidratos y productores de ácidos grasos volátiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cornick, N.A., Jensen, N.S., Stahl, D.A., Hartman, P.A., Allison, M.J. 1994. Int. J. Syst. Bacteriol. 44: 87-93.
- Fowler, E.C., Samuel, R.S., St-Pierre, B. 2023. Pathogens 12: 738.
- Kiernan, D.P., O'Doherty, J.V., Sweeney, T. 2023. Animals 13: 2996.
- Mou, D., Li, S., Yan, C., Zhang, Q. 2020. Anim. Feed Sci. Technol. 269: 114636.
- Zhang, Y., Mu, C., Yu, K., Su, Y., Zoetendal, E.G., Zhu, W. 2024. Anaerobe 90: 102919.

COMPARACIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL DE CERDAS EN EL MOMENTO DEL PARTO Y EN SU DESCENDENCIA AL NACIMIENTO

Auseré-Holguín^{1,2*}, A., Gómez-Conde², M.S. y Latorre¹, M.A.

¹Universidad de Zaragoza-IA2, C/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza;

²ADM Animal Nutrition Spain S.A., C/ Clavo 1, 28522 Rivas, Madrid

*alberto.ausereholguin@adm.com

INTRODUCCIÓN

Durante la gestación y lactancia, la cerda reproductora transmite microorganismos que colonizan el tracto gastrointestinal de sus lechones (Lührmann *et al.*, 2021), influyendo en su digestión, resistencia a patógenos y desarrollo inmunológico. Comprender esta relación microbiológica es clave para diseñar estrategias nutricionales que mejoren la salud intestinal neonatal. Este estudio tiene como objetivo comparar la microbiota de las cerdas en el momento del parto y la de sus crías al nacimiento, proporcionando información valiosa para optimizar el bienestar digestivo de los lechones.

MATERIAL Y MÉTODOS

De una granja porcina de la provincia de Lleida, se utilizaron 30 cerdas hiperprolíficas de cruce Landrace x Large White, de una misma banda, encontrándose en diferentes ciclos productivos ($n = 15$ nulíparas y $n = 15$ múltiparas). Las cerdas habían sido inseminadas con semen de raza Duroc. A los dos días postparto, se tomaron muestras de heces rectales de cada reproductora para el estudio de la microbiota. Ese mismo día, de cada cerda, se eligieron 4 lechones al azar, todos sanos, de los que también se tomaron muestras rectales de heces para el análisis de su microbiota. Se amplificaron un total de 50 ng de ADN. En primer lugar, se diseñaron cebadores que contenían: 1) una secuencia de enlazador universal que permite amplicones mediante el kit Nextera XT Index (ILLUMINA); y 2) cebadores universales del gen 16S rRNA. Las bibliotecas basadas en 16S se cuantificaron mediante fluorimetría utilizando el kit de ensayo Quant-iT™ PicoGreen™ dsDNA (ThermoFisher). Los resultados se analizaron con el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto la riqueza microbiana como el índice Shannon resultaron mucho mayores en las cerdas al parto que en su descendencia al nacimiento ($P < 0,001$). Esto se debe a la diferencia de edad, ya que en animales adultos se ha descrito mayor diversidad microbiana que en pequeños (Guevarra *et al.*, 2019). En cuanto a las especies microbianas, se observó en la progenie una mayor abundancia que en sus madres ($P < 0,05$) de *Fusobacterium mortiferum*, agente presente en situaciones de problemas digestivos en lechones (Han *et al.*, 2018), así como de *Lactobacillus delbrueckii*, bacteria relacionada con una menor inflamación intestinal (Li *et al.*, 2019) y estrés oxidativo (Chen *et al.*, 2025), también de *Phocaeicola vulgatus*, su presencia es habitual en lechones con y sin diarrea (Gryaznova *et al.*, 2023) y de *Pseudenterichia vulneris*. Por otro lado, en los lechones se detectó una menor abundancia que en las cerdas ($P < 0,05$) de *Terrisporobacter petrolearius* o *Clostridium jeddahitimonense*, microorganismos que degradan la fibra y los monosacáridos (Fowler *et al.*, 2023), esperable por la gran cantidad de ingesta de fibra de las cerdas tanto durante la gestación como durante la lactación.

CONCLUSIÓN

Las cerdas reproductoras tienen una microbiota intestinal más rica y diversa que los lechones recién nacidos, entre otros factores por el elevado nivel de fibra en su alimentación. En sus crías, la microbiota es más diversa, con efectos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Por tanto, fomentar la proliferación de bacterias beneficiosas es esencial para la salud intestinal de los lechones, especialmente durante las primeras semanas de vida, cuando su sistema digestivo aún es inmaduro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, F. *et al.* 2025 Probiotics and Antimicrob. Proteins (doi.org/10.1007/s12602-025-10466-w).
- Fowler, E.C. *et al.* 2023. Pathogens 12: 738.
- Gryaznova, M. *et al.* 2023. Animals 13: 2303.
- Guevarra, R.B. *et al.* 2019. J. Anim. Sci. Biotechnol. 10: 1.
- Han, C. *et al.* 2018. Anaerobe 55: 136-141.
- Li, Y. *et al.* 2019. J. Funct. Foods 63: 103591.
- Lührmann, A. *et al.* 2021. PLoS ONE 16(8): e0256112.

EFFECTO DE LA SEMILLA DE GIRASOL COMO FUENTE DE GRASA DIETARIA ALTERNATIVA AL ACEITE DE PALMA SOBRE LA EFICIENCIA, LA DIGESTIBILIDAD TOTAL APARENTE Y LA CALIDAD DE LA CANAL EN EL ENGORDE DE TERNEROS

Llonch^{1*}, L., Martí¹, S., Riera², J., Mediña³, C., Cucurull⁴, J. y Devant¹, M.

¹IRTA-Producción de Rumiantes, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Cataluña, España;

²NANTA S.A., 28760, Tres Cantos, España; ³SINUAL S.L., 08650, Sallent, España;

⁴bonÀrea Agrupa, 25210, Guissona, España

*lourdes.llonch@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Incrementar el contenido de grasas poliinsaturadas en el pienso de terneros de engorde reduce las emisiones de metano (Giger-Reverdin *et al.*, 2003). Sin embargo, el aceite de palma es la fuente de grasa más usada en la formulación de piensos para el cebo de terneros; además, su cultivo es exclusivo de zonas tropicales y tiene un impacto negativo sobre la huella ambiental asociado a la deforestación (Carlson y Garret, 2018). Previamente a este estudio, se realizaron ensayos *in vitro* testando ingredientes ricos en grasas poliinsaturadas alternativos al aceite de palma para evaluar su producción de metano y las semillas de girasol fueron candidatas para ser testadas *in vivo* (Llonch *et al.*, 2024). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial del aceite de palma por semillas de girasol como fuente de grasa dietaria en el pienso para terneros de engorde, sobre la eficiencia, digestibilidad total aparente (DTA) de los nutrientes, y rendimiento y calidad de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 148 terneros Holstein ($247 \pm 2,7$ kg de peso vivo y $193 \pm 0,7$ días de edad) fueron alojados en una nave comercial de 8 corrales, con 18-20 animales por corral. El pienso, la paja y el agua se ofrecieron *ad libitum*. Los tratamientos estudiados fueron: 1) CTRL (n = 4 corrales y 73 animales), pienso con 3,50% aceite de palma; 2) GRSL (n = 4 corrales y 75 animales), pienso con 2,75% semillas de girasol y 2,50% aceite de palma. Los piensos se formularon con harina de maíz (50%), cebada (13%), salvado de trigo (16%), y DDG de maíz (CTRL 13,25%, y GRSL 15%), para ser isoproteicos e isoenergéticos. El estudio duró 168 días, repartidos en 6 periodos de 28 días. Los nutrientes y ácidos grasos (AG) de los piensos fueron analizados. El consumo de pienso por corral se registró diariamente y los animales se pesaron individualmente cada 28 días. Para conocer el consumo de paja por corral se registraron las balas de paja ofertadas. La DTA de los nutrientes se analizó con las heces de 3 animales por corral al final del estudio tomando como marcador las cenizas insolubles en ácidos (Van Keulen y Young, 1977). El rendimiento y calidad de la canal se registraron en el matadero. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento MIXED de SAS, excepto la calidad de la canal que se analizó con el Chi-Square test de SAS. El modelo estadístico utilizó el corral como unidad experimental, como efectos fijos el tratamiento, el periodo y su interacción, y el periodo como medida repetida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los nutrientes de los piensos fueron similares entre tratamientos. La sustitución parcial de aceite de palma por semilla de girasol redujo los AG saturados en CTRL comparado con GRSL (34,9 vs. 33,9%) e incrementó los AG poliinsaturados en GRSL comparado con CTRL (35,8 vs. 33,5%). El consumo total de alimento fue similar entre los tratamientos (8,54 vs. $8,90 \pm 0,350$ kg MS, CTRL vs. GRSL) y en la eficiencia se observaron diferencias significativas en la interacción entre tratamiento y periodo ($P < 0,05$), aunque los patrones fueron irregulares siendo la media del índice de conversión del alimento total 5,67 vs. $5,75 \pm 0,008$ kg MS/kg, CTRL vs. GRSL. No se observaron diferencias entre tratamientos en la DTA de los nutrientes (p.ej.: 56,9 vs. $63,2 \pm 6,39\%$ MS, CTRL vs. GRSL), así como en el rendimiento (52,5 vs. $52,0 \pm 0,45\%$, CTRL vs. GRSL) y calidad de la canal.

CONCLUSIÓN

En conclusión, las semillas de girasol son una buena opción para substituir parcialmente el uso del aceite de palma para el engorde de terneros ya que no tiene efectos negativos sobre la eficiencia, la DTA de los nutrientes, ni el rendimiento y calidad de la canal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giger-Reverdin, S. *et al.* 2003. Livest. Prod. Sci. 82: 73-79.
- Carlson, K.M. y Garret, R.D. 2018. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science.
- Llonch, L. *et al.* 2024. J. Anim. Sci. 102: 735-736.
- Van Keulen, J. y Young, B.A. 1977. J. Anim. Sci. 44: 282-287.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UN CONCENTRADO FIBROSO INSOLUBLE CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE EN EL PERIODO PRESTARTER

Martín¹, A., Vizcaino², E. y Rybicka^{1*}, A.

¹Av. Leonardo Da Vinci, 8. 28906 Getafe, Madrid, INNOVABIOTICS, S.L.;

²C/Real Alta sn. 40220 Olombrada, FERRERO NUTRICIÓN, S.L.

*aga@innovabiotics.eu

INTRODUCCIÓN

Los destetes tempranos acentúan los trastornos digestivos en lechones, principalmente asociados con la fermentación incontrolada de proteínas (Kim *et al.*, 2008), cursando con diarrea y peores índices productivos (Jha *et al.*, 2019). La inclusión de fibra insoluble proporciona una estrategia nutricional efectiva para mantener la productividad, potenciando la función barrera gastrointestinal (Farré *et al.*, 2020). Por otro lado, la raíz de achicoria es una fuente de fibra soluble rica en inulina que presenta actividad prebiótica con buenos resultados en lechones (Wang *et al.*, 2020). El objetivo de este ensayo fue evaluar el uso de un concentrado fibroso insoluble con actividad prebiótica sobre la productividad durante la fase prestarter.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 196 lechones (TN 70 x Duroc) machos y hembras, que fueron destetados a los 18 ± 1 días con $5,6 \pm 1,1$ kg se distribuyeron en 2 tratamientos en fase prestarter (18-33 días): CON: pienso no suplementado con fuentes de fibra (10,7% de fibra neutro detergente) y LF: CON + 1,5% de concentrado de fibra insoluble con actividad prebiótica derivada de la raíz de achicoria. Los piensos fueron isoeenergéticos e isoproteicos, con 2.450 kcal/kg de energía neta, 17,3% de proteína bruta, 1,1% de lisina digestible ileal estandarizada. La unidad experimental fue el box con 20 animales, con 5 réplicas por tratamiento. Los controles productivos incluyeron el pesaje grupal de animales y del pienso, para obtener el peso vivo (PV), la ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión (IC) por réplica. Las bajas se registraron diariamente. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (SPSS, versión 26), el modelo incluyó el tratamiento y el peso inicial como co-variable, los datos se presentan como LSMEANS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los lechones LF crecieron un 10% más y alcanzaron mayor PV durante la fase prestarter (300 vs. 330 g/d y 10,2 vs. 10,6 kg para CON y LF, respectivamente; $P < 0,05$) que los CON. No se observaron efectos sobre el CMD ($P = 0,767$), IC ($P = 0,154$), ni humedad en las heces ($P = 0,245$). Estos datos coinciden con los encontrados por Hermes *et al.* (2009) en los que los lechones alimentados con fuentes de fibra insoluble (salvado de trigo, 4%) y soluble (pulpa de remolacha, 2%) presentaron mejor GMD y PV en comparación con la dieta baja en fibra, mientras que la administración de 1% de lignocelulosa junto con la inulina mejoró el crecimiento en comparación con animales control (Chen *et al.*, 2019). La mayor velocidad de crecimiento en los lechones alimentados con inulina pudo ser consecuencia de su impacto positivo en la microbiota por su efecto prebiótico, o al aumento de IGF-1, regulando la hormona del crecimiento y estimulando la proliferación celular (Wang *et al.*, 2019 y 2020).

CONCLUSIÓN

La suplementación de la dieta prestarter con un 1,5% de un concentrado fibroso insoluble con actividad prebiótica mejoró un 10% el crecimiento de los lechones destetados precozmente en relación a un pienso control sin suplementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, T. *et al.* 2019. Anim. Feed Sci. Tech. 260: 1-10.
- Farré, R. *et al.* 2020. Nutrients 12: 1-18.
- Hermes, R.G. *et al.* 2009. J. Anim. Sci. 87: 3569-3577.
- Jha, R. *et al.* 2019. Front. Vet. Sci. 6: 1-12.
- Kim, J.C. *et al.* 2008. Br. J. Nutr. 99: 1217-1225.
- Wang, W. *et al.* 2019. Animals 9: 840.
- Wang, W. *et al.* 2020. Br. J. Nutr. 124: 296-305.

Agradecimientos: Esta investigación en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid ha sido financiada con el proyecto IND2019/BIO-17208 de la Comunidad Autónoma de Madrid.

R E P R O D U C C I Ó N

EVALUACIÓN DE UN KIT DE SEXAJE DE SEMEN EN CERDAS IBÉRICAS

García-Gudiño^{1*}, J., Barraso¹, C., García-Sánchez¹, A., Izquierdo¹, M.,
Sánchez-León², A.I. y López-Gallego¹, F.

¹Departamento de Producción Animal, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, 06187 Guadajira, España; ²Tecnogenext S.L., 06800 Mérida, España

*javier.garciag@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

La selección del sexo en la producción porcina representa un avance tecnológico con potencial para optimizar los resultados productivos y económicos. La aplicación de kits de sexaje de semen permite dirigir la producción hacia uno de los sexos, un factor relevante en sistemas como el ibérico, donde estas tecnologías emergen como una alternativa a la castración quirúrgica, promoviendo estrategias alineadas con el bienestar animal, como la inmunocastración en hembras debido a su eficacia. Sin embargo, el impacto de estas herramientas sobre indicadores reproductivos clave, como la fertilidad o la supervivencia de lechones al nacimiento, aún no se ha estudiado en el cerdo ibérico. Este estudio evalúa la eficacia del kit de sexaje WholeMom en cerdas ibéricas, analizando su efecto sobre los principales indicadores reproductivos y productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Treinta cerdas ibéricas multíparas adultas, pertenecientes a la Finca Valdesequera (CICYTEX, Badajoz), fueron sincronizadas mediante la administración de un progestágeno oral (5 ml/animal/día durante 18 días consecutivos). Posteriormente, se aplicó gonadotropina sérica equina (PMSG) y gonadotropina coriónica humana (HCG) para la inducción del celo (400 UI PMSG y 200 UI HCG por animal). Las cerdas fueron divididas en dos grupos: 15 cerdas inseminadas con semen comercial perteneciente a 3 verracos ibéricos de Tecnogenext S.L. tratado en su laboratorio con el kit de sexaje WholeMom y 15 cerdas inseminadas con el mismo semen sin sexar. La inseminación artificial (IA) se realizó en dos ocasiones: al momento de detectar celo y 24 horas después. Se llevaron a cabo diagnósticos de gestación mediante ecografía transabdominal a los días 25 y 37 post-IA para determinar la tasa de fertilidad y detectar posibles reabsorciones embrionarias. Al parto, se registraron el número y sexo de los lechones nacidos, así como su peso al nacimiento y supervivencia. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA de dos vías y pruebas de chi-cuadrado, considerando un nivel de significancia de $P < 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa SAS® OnDemand for Academics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de fertilidad obtenida fue del 66,67% para el grupo tratado y del 86,67% para el grupo control, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P = 0,074$). En el momento del parto, el grupo tratado presentó un menor número promedio de nacidos vivos (6,73 vs. 9,00; $P = 0,037$) y una mayor mortalidad neonatal (17,84% vs. 9,24%; $P = 0,25$). Estos resultados sugieren que el tratamiento con el kit de sexaje de semen, podría estar asociado a una disminución en la viabilidad embrionaria. En cuanto a la proporción de hembras nacidas, el grupo tratado mostró un 42,55% de hembras frente al 52,48% del grupo control. La diferencia no fue estadísticamente significativa ($P = 0,214$), sin efecto por verracos donantes, lo que indica una falta de eficacia del kit para modificar la proporción de sexos. Además, no se observaron diferencias significativas en el peso promedio al nacimiento entre hembras y machos (1,22 kg vs. 1,23 kg; $P = 0,772$) ni entre los grupos de tratamiento ($P = 0,257$). La interacción entre tipo de IA y sexo tampoco fue significativa ($P = 0,856$), lo que refuerza la consistencia de los resultados.

CONCLUSIÓN

El uso del kit de sexaje de semen WholeMom en cerdas Ibéricas no logró incrementar la proporción de hembras nacidas y se asoció con una disminución significativa en el número de nacidos vivos. Estos resultados cuestionan la viabilidad de esta tecnología en sistemas de producción porcina ibérica, considerando su costo y falta de eficacia.

Agradecimientos: El Grupo Operativo MEJORASEN está cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEDER), Junta de Extremadura y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ACUAGLICEROPORINA 3 COMO POSIBLE MARCADOR PARA LA SELECCIÓN DE DONANTES DE SEMEN BOVINO

Alba^{1*}, E., Castaño¹, C., Velázquez¹, R., Toledano-Díaz¹, A.,
Fernández-Alaez², P. y Santiago-Moreno¹, J.

¹Dpto. Reproducción Animal, INIA-CSIC, Madrid; ²Arquimea Agrotech, Collado-Villalba, Madrid
*esther.alba@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

Las acuagliceroporinas, como la AQP3, son canales de membrana que permiten el paso selectivo de agua y pequeños solutos como el glicerol. Estas adaptan su ubicación en la membrana celular a los cambios osmóticos durante los procesos de congelación y descongelación, por lo que adquieren un papel relevante en la criorresistencia espermática (Pequeño *et al.*, 2024). La participación de la AQP3 en los procesos bioenergéticos del espermatozoide y su involucración en los procesos de criotolerancia celular determina la hipótesis de usar la AQP3 como marcador de selección de toros sementales con espermatozoides de alta funcionalidad y resistencia a los procesos de criopreservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 36 dosis de semen fresco y 36 de semen congelado-descongelado provenientes de cinco toros de raza Holstein y cuatro de raza Pirenaica, una raza autóctona con menor presión de selección de donantes. Las dosis procedían del centro de inseminación Aberekin S.A. La motilidad total, progresiva y las variables cinéticas se analizaron mediante el sistema ISAS[®] PRO (ARQUIMEA). La viabilidad espermática se analizó mediante fluorescencia con el sistema de análisis de imagen automatizado SQS2 (ARQUIMEA). La membrana espermática y la integridad del acrosoma se evaluaron mediante fluorescencia usando yoduro de propidio (PI) combinado con aglutinina de cacahuete (*Arachis hypogaea*) conjugada con isotiocianato de fluoresceína (FITC-PNA). Se identificó y cuantificó la AQP3 en 36 muestras espermáticas de toro refrigeradas y 36 congeladas-descongeladas mediante Western Blotting (WB) e inmunocitofluorescencia (ICF). La actividad de isocitrato deshidrogenasa (IDH) se evaluó con un kit de colorimetría (abcam[®], ab102528). Los análisis estadísticos se realizaron en STATISTICA v.13.3 (Tibco[®] Inc.), aplicando la prueba t de Student (t-test) para WB, ICF y espermatozoides vivos con acrosoma íntegro, y Mann-Whitney U Test para el resto de las variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En condiciones de refrigeración y congelación-descongelación se apreció una mayor ($p<0,05$) proporción de espermatozoides viables, así como de espermatozoides vivos con acrosoma íntegro en las dosis de los toros Holstein. Esta raza presentó un mayor ($p<0,05$) índice de criorresistencia (ICR = (valor descongelación/valor refrigerado) x 100) para este último parámetro. Esta superioridad ya ha sido documentada en investigaciones previas (Hoflack *et al.*, 2006), que señalaron una calidad seminal superior en la raza Holstein respecto a la Azul Belga. Los resultados confirmaron la localización de la AQP3 en los espermatozoides bovinos, específicamente en la pieza intermedia y el flagelo (Prieto-Martínez *et al.*, 2017). Por otro lado, mediante las técnicas WB e ICF, se observó una mayor expresión de AQP3 en los espermatozoides refrigerados de toros Holstein en comparación con los de la raza Pirenaica ($p<0,05$). El incremento en la expresión de AQP3 podría estar estrechamente relacionado con la mejor funcionalidad espermática y mayor capacidad de osmoadaptación durante la congelación-descongelación (Yeste *et al.*, 2017). No se observaron diferencias en la actividad de IDH entre las dos razas, tanto en fresco como descongelado.

CONCLUSIÓN

Los toros Holstein presentan una mayor calidad seminal y mayor expresión de AQP3 en comparación con la raza Pirenaica. Los resultados sugieren que una mayor expresión de AQP3 favorece la criorresistencia en toros, apoyando la posible utilización de AQP3 como un marcador de criorresistencia en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pequeño *et al.* 2024. Theriogenology. 223:29-35.
- Hoflack *et al.* 2006. Theriogenology. 66:1834-1846.
- Prieto-Martínez. 2017. Reprod Fertil Dev. 29:1249-1259.
- Yeste *et al.* 2017. Reprod Dom Anim. 52 (Suppl. 4):12-27.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el contrato de investigación CSIC-Arquimea Agrotech SLU (CID24-220).

EL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA DOSIS SEMINAL EN LA CRIORRESISTENCIA ESPERMÁTICA DEL MACHO CABRÍO ESTÁ ASOCIADO A LA RELOCALIZACIÓN DE LA AQP3

Alba^{1*}, E., Castaño¹, C., Velázquez¹, R., Toledano-Díaz¹, A., Arrebola², F.A.,
Fernández-Alaez³, P. y Santiago-Moreno¹, J.

¹Dpto. Reproducción Animal, INIA-CSIC, Madrid; ²Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria (IFAPA) Hinojosa Del Duque, Córdoba;

³Arquimea Agrotech, Collado-Villalba, Madrid

*esther.alba@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La concentración óptima de espermatozoides para la congelación de semen de macho cabrío se encuentra entre 100-200 x 10⁶ espermatozoides/ml, ya que favorece un mejor rendimiento en la inseminación de esta especie. Sin embargo, el efecto de este factor sobre la criorresistencia espermática no es bien conocido. Dado que la aquagliceroporina 3 (AQP3) podría estar involucrada en los procesos de criotolerancia celular (Yeste *et al.*, 2017), su localización podría proporcionar información clave sobre la capacidad de osmoadaptación de los espermatozoides. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la concentración espermática sobre la criorresistencia y la localización de AQP3.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 eyaculados de cuatro machos Murciano-Granadina distribuidos en dos grupos según la concentración espermática: siete a 25 x 10⁶ y ocho a 100 x 10⁶ espermatozoides/ml. Se diluyeron en un diluyente Tris con 6% yema de huevo y 5% glicerol y tras 3 horas de equilibrado a 4°C, se congelaron en vapores de nitrógeno líquido. La motilidad total, progresiva y las variables cinéticas se analizaron mediante el sistema ISAS[®] PRO (ARQUIMEA). La viabilidad espermática se analizó mediante fluorescencia con el sistema de análisis de imagen automatizado SQS2 (ARQUIMEA). La membrana espermática y la integridad del acrosoma se evaluaron mediante fluorescencia usando yoduro de propidio (PI) combinado con aglutinina de cacahuete (*Arachis hypogaea*) conjugada con isotiocianato de fluoresceína (FITC-PNA). La identificación y cuantificación de la AQP3 en muestras espermáticas frescas y congeladas-descongeladas se realizó mediante Western Blotting (WB) y la inmunolocalización en distintas regiones del espermatozoide por inmunocitofluorescencia (ICF). Se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) para las distintas variables estudiadas (Móviles totales, Móviles Progresivos, Vivos totales, Acrosoma Integro y Vivos con acrosoma íntegro) y análisis de Clúster (Statistica[™], TIBCO[®]) para los Índices de Criorresistencia (ICR = (valor descongelación/valor refrigerado) x 100) de los eyaculados para una clasificación como buena o mala respuesta a la criopreservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los eyaculados congelados a baja concentración aparecían agrupados en el Clúster de baja criorresistencia para todas las variables estudiadas. El WB no mostró diferencias significativas en la cantidad de AQP3 entre las muestras frescas y congeladas. La ICF mostró una mayor ($p < 0,05$) proporción de espermatozoides con AQP3 en el flagelo en los eyaculados congelados a baja concentración. El incremento de AQP3 en la cola de muestras más diluidas podría determinar un flujo excesivo de agua y glicerol que afectase negativamente a la criorresistencia, tal como se ha sugerido en muestras congeladas de caprinos silvestres (Santiago-Moreno *et al.*, 2022). Este hecho contrastaría con los efectos positivos de la relocalización de la AQP3 en la cola del espermatozoide apuntados en moruecos (Pequeño *et al.*, 2023), lo que podría ser explicado por los mayores niveles de dilución y, por tanto, mayor disponibilidad de glicerol en muestras poco concentradas. La relocalización de AQP3 ya había sido descrita en espermatozoides de macho cabrío al comparar diferentes velocidades de enfriamiento durante la congelación (Pequeño *et al.*, 2024).

CONCLUSIÓN

La congelación a baja concentración espermática compromete su criorresistencia en un proceso en el que parece involucrado una relocalización de AQP3 en la cola del espermatozoide.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Yeste *et al.* 2017. *Reprod Dom Anim.* 52 (Suppl. 4):12-27. • Santiago-Moreno *et al.* 2022. *Int. J. Mol. Sci.* 23: 2903 • Pequeño *et al.* 2023. *Front. Vet. Sci.* 10: 1167832 • Pequeño *et al.* 2024. *Theriogenology*. 223: 29-35.

Agradecimientos: CSIC-Arquimea Agrotech SLU (CID24-220).

INFLUENCIA DE LA RAZA Y LA TEMPERATURA DE INSEMINACIÓN EN LA FERTILIDAD DEL SEMEN DE GALLO REFRIGERADO

Bernal^{1*}, B., Váradi², E., Drobnyák², A., Liptoi², K., Santiago-Moreno³, J., de Kovel⁴, C., Hiemstra¹, S.J., Woelders¹, H. y Végi², B.

¹Centro de Recursos Genéticos de Países Bajos, Wageningen University & Research, Animal Breeding and Genomics, P.O. Box 338, 6700 AH, Wageningen, Países Bajos; ²Dpto. de Conservación Genética – Ciencia y Cría de Pequeños Animales. Centro Nacional para la Biodiversidad y la Conservación Genética, H-2100 Gödöllő, Hungría; ³Dpto. Rep. Animal, INIA-CSIC, 28040 Madrid, España;

⁴Biometris, Wageningen University & Research, POBox 16, 6700 AA Wageningen, Países Bajos

*berenice.bernaljuarez@wur.nl / berenice.bernal.juarez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La criopreservación del semen de gallo incluye una fase de enfriamiento/refrigeración para prolongar su viabilidad antes de la congelación (Elomda *et al.*, 2024). Sin embargo, un estudio previo (Bernal *et al.*, 2024) mostró que la fertilidad en gallinas Leghorn (LG) disminuyó de 48,2% con semen fresco (raza Húngara Amarilla, HA) sin diluir (SP), a 3,7% con semen refrigerado a 5°C durante una hora y diluido (SR). En una segunda fase, el uso de semen fresco diluido (sin refrigerar) elevó la fertilidad del 3,7% al 55,4%, mientras que con SP aumentó al 71,4%. Este estudio analiza si la temperatura de inseminación o la raza de las hembras afecta la pérdida de fertilidad con semen refrigerado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó semen de gallos HA (4 pools de los mismos 10 animales), diluidos 1:1 con diluyente ASG (Animal Science Group, Woelders, 2021) y enfriados a 5°C por una hora. Con las alícuotas resultantes se inseminaron dos grupos de 10 gallinas HA (a diferencia del estudio de Bernal *et al.* (2024) que usó gallinas LG): uno con semen refrigerado a 5°C (SR) y otro con semen refrigerado a 5°C, pero calentado a ≈20°C antes de ser inseminado (SR+C). Un tercer grupo de gallinas se inseminó con semen fresco (no refrigerado) sin diluir (SP). Se realizaron cuatro inseminaciones intravaginales con 250 µL de SR o SR+C y aproximadamente 60 µL de SP (≈180 millones de espermatozoides/gallina) con espacio de 2-3 días en 2 semanas, y recolección de huevos desde el segundo día tras la primera inseminación hasta tres días después de la última. La fertilidad se determinó por ovoscopia a los siete días de incubación. Los resultados se analizaron con Chi-cuadrado y FDR ($\alpha = 0,05$). También se calculó la proporción de fertilidad mantenida (PFM) = (fertilidad SR/fertilidad SP) × 100. Las variables espermáticas evaluadas post-inseminación fueron motilidad (CASA), viabilidad (SYBR-Green), integridad del ADN (TUNEL) e integridad del acrosoma (azul de metileno). Se utilizó un test ANOVA tras la transformación de los datos y la verificación de la homogeneidad de varianzas para identificar diferencias entre los grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables espermáticas no mostró ninguna diferencia significativa entre SP, SR y SR+C. Los resultados de inseminación indicaron una disminución significativa ($p < 0,05$) de la fertilidad, pasando de 45,2% con SP a 19,5% con SR, similar a lo observado por Bernal *et al.* (2024) con gallinas LG. Sin embargo, la temperatura de inseminación no influyó en la disminución de la fertilidad, ya que no hubo diferencias significativas entre SR (19,5%) y SR+C (17,4%). La PFM en las gallinas HA (43,1%) fue 5,6 veces mayor que la obtenida por Bernal *et al.*, 2024 con gallinas LG (7,7%) lo que podría sugerir que existen razas más capaces de mantener la fertilidad de semen refrigerado que otras.

CONCLUSIÓN

La refrigeración del semen redujo la fertilidad. Aunque la temperatura de inseminación no tuvo efecto, la PFM de las gallinas YH fue mayor que en las LG (Bernal *et al.*, 2024). Inseminaciones con igual número de espermatozoides en ambas razas confirmará si esta diferencia es debida a la raza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Elomda, A.M., Mehaisen, G.M.K., Stino, F.K.R., Saad, M.F., Ghaly, M.M., Partyka, A., Abbas, A.O., Nassar, F.S. 2024. *Poult. Sci.* 103:1-9.
- Woelders, H. 2021. In *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*.
- Bernal, B., Vegi, B., Váradi, E., Drobnyák, Á., Liptoi, K., Santiago-Moreno, J., Hawken, R., de Kovel, C., Hiemstra, S.J., Woelders, H. 2024. In *60th Anniversary Meeting of Society for Low Temperature Biology*, 12. Manchester.

Agradecimientos: Unión Europea, proyecto 101109983-CRYOCHICK, HORIZON-MSCA-2022-PF-01

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESCELULARIZACIÓN EN EL OVIDUCTO PORCINO

Gómez-Moreno*, S.E., Martínez-López, C.R. y García-Vázquez, F.A.

Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria,
Universidad de Murcia, Murcia 30100, España

*sergio.gomez@um.es

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de estrategias para la obtención de andamios biológicos ha cobrado gran relevancia en el campo de la ingeniería de tejidos. La descelularización permite obtener estos andamios al eliminar los componentes celulares mientras preserva la arquitectura de la matriz extracelular (Abaci y Guvendiren, 2020). Se trata de una técnica versátil con amplias aplicaciones, ya que la matriz resultante conserva los factores para favorecer la migración, proliferación y diferenciación celular (Hellström *et al.*, 2017). En el ámbito reproductivo, su aplicación es prometedora para mejorar las técnicas de reproducción asistida (TRA). En este contexto, el modelo porcino es clave para optimizar la eficiencia reproductiva en la industria. El objetivo principal del presente estudio fue optimizar el proceso de descelularización en oviductos porcinos de cerdas prepúberes y cerdas adultas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de descelularización se realizó en oviductos porcinos de hembras prepúberes ($n=4$) y adultas en fase folicular temprana ($n=3$) obtenidos de un matadero local (El Pozo Alimentación S.A, Murcia, España). Previo al proceso de descelularización, se tomaron medidas de peso y longitud para asegurar la mayor homogeneidad posible entre las muestras. Como tratamiento inicial, los oviductos fueron sometidos a un proceso de congelación a -20°C , seguido de una descongelación a temperatura ambiente. Posteriormente, se incubaron en agitación con detergentes (dodecilsulfato sódico [SDS] al 0,1% y Tritón X-100 al 1%) durante 2, 3 o 4 ciclos. Cada ciclo tuvo una duración de 24 h, en las cuales el tejido se expuso secuencialmente a SDS (18 h), agua destilada (30 min), Tritón X-100 (30 min) y PBS (5 h). Tras someter a los oviductos a los ciclos de descelularización (2, 3 o 4 ciclos), se aplicó un tratamiento con DNasa (24 h) y lavados finales con PBS (48 h). Como grupo control se utilizaron oviductos nativos no descelularizados. Para el análisis histológico, se tomaron muestras de la región del istmo y la ampolla, las cuales se fijaron en formol al 4% a 25°C (24 h) y se almacenaron a 4°C hasta su procesamiento, que incluyó deshidratación en alcoholes, sustitución con xileno e inclusión en parafina para la obtención de los bloques. De cada bloque se obtuvieron secciones de $5\text{ }\mu\text{m}$, que se tiñeron con hematoxilina de Harris y eosina alcohólica Y. El recuento de núcleos se realizó de forma manual en 10 campos aleatorios por muestra con un aumento de 400x.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis histológicos revelaron una reducción significativa en el número de núcleos en los oviductos de cerdas prepúberes sometidos a dos ciclos de descelularización ($0,025 \pm 0,025$) en comparación con el grupo control ($860,2 \pm 19,62$) ($p = 0,007$). En los oviductos de cerdas adultas, dos ciclos de descelularización eliminaron completamente los núcleos en la ampolla ($0,00 \pm 0,00$), pero no en el istmo, donde permanecieron elevados ($91,33 \pm 79,47$). Esta diferencia podría estar relacionada con un mayor peso y longitud de los oviductos de cerdas adultas ($3,45 \pm 0,56\text{ g}$ y $304,5 \pm 26,54\text{ mm}$, respectivamente) en comparación con las cerdas prepúberes ($1,79 \pm 0,26\text{ g}$ y $202,5 \pm 14,83\text{ mm}$, respectivamente). Tras tres ciclos de descelularización, tanto la ampolla como el istmo mostraron valores cercanos a 0 ($0,00 \pm 0,00$ y $1,16 \pm 1,67$, respectivamente), manteniéndose esta tendencia en los tejidos expuestos a cuatro ciclos de descelularización ($0,00 \pm 0,00$ en ambas regiones).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran la eficacia del proceso de descelularización en oviductos de cerdas prepúberes, evidenciando una reducción significativa en el número de núcleos tras dos ciclos de tratamiento. En el caso de las cerdas adultas, se requiere un mayor número de ciclos para lograr una descelularización homogénea de todo el órgano. La comparación entre la ampolla y el istmo en cerdas adultas indica que el istmo presenta una mayor resistencia, lo que sugiere que al menos tres ciclos son necesarios para asegurar la descelularización completa del órgano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaci y Guvendiren, 2020. *Adv Healthc Mater* 9(24): 2000734.
- Hellström *et al.* 2017. *Ann Biomed Eng.* 45(7): 1718-30.

EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE PROGESTERONA Y ESTRADIOL EN CERDAS SOMETIDAS A UN PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA

Quintero-Moreno^{1,3}, A., Barcelo¹, M.D., Carrillo⁴, J.D., Piñeiro-Silva¹, C., Matás^{1,2}, C. y Gadea^{1,2*}, J.

¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia (UMU); ²IMIB Arrixaca, Murcia;

³Universidad del Zulia, Venezuela; ⁴Dept. Medicina y Cirugía Animal. UMU

*jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

La sincronización del ciclo estral y la inducción de la ovulación son aspectos fundamentales en los protocolos de transferencia embrionaria porcina. Conocer los niveles de progesterona y estradiol en cerdas de diferentes razas es crucial para optimizar estos protocolos, especialmente en razas de interés comercial como Large White (LW) y Duroc (DU). Este estudio analiza los niveles de progesterona y estradiol en cerdas sometidas a un protocolo de sincronización que incluye la aplicación de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) y gonadotropinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para sincronizar el celo, se administraron dos dosis de cloprostenol (0,2 mg), con un intervalo de 24 horas y combinando la segunda dosis con la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG: 1200 UI). Setenta y dos horas después, se aplicó gonadotropina coriónica humana (hCG: 750 UI) siguiendo el protocolo descrito por Onishi *et al.* (2000). Una vez confirmado el celo, se inseminó artificialmente a las cerdas y, 24 horas después, se realizó una laparotomía bajo anestesia y analgesia para recolectar embriones en estado de cigoto en hembras donantes o transferirlos a hembras receptoras (Navarro-Serna *et al.*, 2021). Durante la intervención, se evaluó la presencia de puntos de ovulación y se tomaron muestras de sangre en vena auricular en tubos con heparina para analizar los niveles de progesterona y estradiol (inmunoensayo enzimático competitivo quimioluminiscente Immulite 1000; Siemens Healthineers) y calcular la proporción entre ambas hormonas. Para comparar los valores entre razas, se aplicó una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes, con un nivel de significación de $p < 0,05$, usando el programa SPSS v.28.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron un total de 46 animales, de los cuales 38 eran Large White (LW) y 8 Duroc (DU). En dos cerdas LW no se detectaron puntos de ovulación, mientras que en el resto de los animales se confirmó la ovulación (el 93,62 % de las hembras estudiadas). Al comparar los niveles hormonales entre razas, se encontraron diferencias significativas en los niveles de progesterona (LW: $6,35 \pm 0,77$ ng/mL vs. DU: $2,88 \pm 0,81$ ng/mL, $p = 0,003$) y en los niveles de estradiol, que fueron superiores en las cerdas LW en comparación con las DU (LW: $74,84 \pm 8,03$ pg/mL vs. DU: $18,69 \pm 6,52$ pg/mL, $p = 0,003$). Sin embargo, la ratio P4/E2 fue similar en ambas razas ($p = 0,060$). Los valores de las cerdas no ovuladas eran reducidos en progesterona (0,51 ng/mL) y elevados en estradiol (109,80 pg/mL). Las diferencias en los niveles de estradiol y progesterona podrían deberse a diferencias fisiológicas inherentes a cada raza, lo que podría influir en la receptividad uterina y la eficiencia de la transferencia embrionaria.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que el protocolo de sincronización utilizado es eficaz para inducir la ovulación en cerdas de ambas razas. A pesar de la variabilidad observada en los niveles hormonales, se encontraron diferencias significativas en los niveles de progesterona y estradiol entre razas. Estos datos aportan nueva información sobre el perfil hormonal en el día 1 después de la inseminación y son necesarios estudios adicionales para determinar el impacto de estas diferencias hormonales en la tasa de gestación tras la transferencia de embriones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Navarro-Serna *et al.* 2021. CRISPR J. 4(1): 132-146. • Onishi *et al.* 2000. Science. 289(5489): 1188-1190.

Agradecimientos: "Fundación Seneca" 22065/PI/22 y 22545/PDC/24; ID2020-113366RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y María Zambrano (CO-MZ-14).

MÁS ALLÁ DEL ESPERMATOZOIDE: LA EVALUACIÓN DE LAS VESÍCULAS EXTRACELULARES EN LA CALIDAD DEL EYACULADO

Toledo-Guardiola¹, S.M., Moya-Fernández¹, A., Navarro-Serna², S. y Matás^{1,3*}, C.

¹Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Campus de Excelencia Mare Nostrum. Universidad de Murcia, Murcia, Spain; ²CIPF Centro de Investigación Príncipe Felipe, Valencia, Spain; ³IMIB-Arrixaca, Murcia, Spain
*cmatas@um.es

INTRODUCCIÓN

En los centros de inseminación artificial (IA), se realiza una evaluación rutinaria de la calidad del semen de los verracos. La mayoría de estos análisis, solo examinan algunos parámetros del eyaculado como la concentración, la motilidad y las anomalías espermáticas; sin embargo, el plasma seminal (PS) no es tenido en cuenta. Hoy en día, se sabe que el PS, a través de sus componentes, modula procesos como la maduración, la motilidad de los espermatozoides, su capacitación e incluso la unión a la zona pelúcida del ovocito (Mateo-Otero *et al.*, 2022). Entre los componentes del PS se encuentran las vesículas extracelulares (VEs), cuya caracterización y relación con la calidad del eyaculado no está determinada. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las VEs del PS de machos de diferente calidad seminal y analizar la relación entre dicha calidad y las vesículas (tamaño, número y concentración proteica).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron los eyaculados completos de 20 verracos de fertilidad probada de un centro de IA. Dichos eyaculados fueron enviados al laboratorio para la realización de un espermiograma. Se analizaron las morfo-anomalías (MA), la motilidad (M), la viabilidad (V) y el daño acrosomal (DA), y se clasificaron los eyaculados en categorías de calidad según parámetros preestablecidos: Machos de buena calidad: MA<20%, M>60%, V>60%, DA<20%; Machos de mala calidad: MA>20%, M<60%, V<60%, DA>20%; Machos de calidad media: Los que incumplen una de las 4 condiciones y con suma de MA (gotas citoplasmáticas proximales; GP + cola en látigo; CL) ≥10%. Posteriormente, se aislaron las VEs del PS de cada eyaculado (Toledo-Guardiola *et al.*, 2024) y, se elaboró un pool de VEs procedentes de verracos de buena, media y mala calidad. Seguidamente, se determinó el tamaño y n° de partículas mediante Nano Tracking Analysis (NTA) así como la concentración de proteína total mediante el método de Bradford. Además, para verificar la idoneidad del aislamiento, se determinó la presencia de tetraspaninas (CD81, CD63 y HSP70) en cada grupo mediante citometría de flujo (MISEV 2023; Welsh *et al.* 2023). Para el análisis estadístico, se aplicó ANOVA de una vía seguido de una prueba post-hoc de Tukey y pruebas no paramétricas como el test de Kruskal-Wallis para los datos con distribución no normal utilizando el software SPSS versión 24.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados revelaron la presencia de tetraspaninas en los tres grupos experimentales. Se observó que no había diferencias significativas en el tamaño medio, ni en el número de partículas de las VEs del PS en los tres grupos de machos clasificados. Sin embargo, al examinar las VEs por categorías de tamaños (exosomas ~50-200nm y microvesículas ~200-500 nm) sí que hubo diferencias. Se observó que el grupo de machos con buena calidad espermática presentaba el mayor número de exosomas ($227,5 \times 10^{10} \pm 84,6 \times 10^{10}$ partículas/mL) y microvesículas ($61,3 \times 10^{10} \pm 21,9 \times 10^{10}$ partículas/mL) en comparación con el resto ($p < 0,05$). Asimismo, se hallaron diferencias significativas en la concentración de proteína total de las VEs del PS siendo los machos con buena calidad espermática los que exhibían una mayor concentración de proteína ($1,80 \pm 0,05 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, $p < 0,05$).

CONCLUSIÓN

La determinación de la calidad de un eyaculado, no se limita únicamente a los parámetros espermáticos, sino que también se ve influenciada por las características de las VEs del plasma seminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mateo-Otero, Y., Yeste, M., Roca, J. *et al.* 2022. Sci Rep. 12, 19096: 1-13.
- Welsh, J.A., Goberdhan, D.C.I., O'Driscoll, L. *et al.* 2024. J. Extracell. Vesicles 13(5): e12451.
- Toledo-Guardiola, S.M., Martínez-Díaz, P. *et al.* 2024. Rep. Fert. and Dev. 36: RD23239.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (PDC2022-133589-I00-E05071301).

SELECCIÓN QUIMIOTÁCTICA DE ESPERMATOZOIDES MEDIANTE EL USO DE LAS VESÍCULAS EXTRACELULARES DEL FLUIDO FOLICULAR EN LA ESPECIE PORCINA: ANÁLISIS FUNCIONAL MEDIANTE EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN Y FECUNDACIÓN *IN VITRO*

Moya-Fernández¹, A., Toledo-Guardiola¹, S.M., Gervasi², M.G. y Matás^{1,3*}, C.

¹Fisiología de la reproducción, Facultad de Veterinaria, Campus de excelencia Mare Nostrum, Universidad de Murcia; ²Department of Animal Science University of Connecticut, Storrs, CT, USA;

³IMIB-Arrixaca, Murcia, España

*cmatas@um.es

INTRODUCCIÓN

Durante la fecundación, los espermatozoides pasan por un proceso de selección, optimizando el éxito reproductivo. El fluido folicular porcino (FF) actúa *in vitro* como quimioatrayente, modulando la capacitación y la reacción acrosómica (Hasan *et al.*, 2021; Vieira *et al.*, 2021), aunque sus componentes aún no se conocen completamente. En este estudio, evaluamos el papel de las vesículas extracelulares (VEs) y del FF en la selección espermática y su impacto en la capacitación y fecundación *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las VEs se obtuvieron de folículos ováricos de cerdas prepúberes de matadero, fueron aisladas y caracterizadas según Toledo *et al.* (2024). La selección espermática se realizó mediante un dispositivo quimiotáctico (www.zopiksd.com). Se agregaron 20×10^6 spz/mL a un pocillo con medio de capacitación (TALP) conectado con otro pocillo suplementado con FF al 0,25% (grupo FF) o VEs (2 µg de proteína) (grupo VEs). Como grupo control se utilizó el pocillo solo con medio TALP. Tras 1 hora de la incubación los espermatozoides migrados al quimioatrayente fueron utilizados para FIV con una concentración de 125.000 células/ml (Soriano-Úbeda *et al.*, 2017). A las 18 h de la inseminación, los cigotos se fijaron para evaluar los parámetros: porcentaje de ovocitos penetrados (PEN), número de espermatozoides adheridos a la zona pelúcida (SPZ-ZP), porcentaje de monospermia (MON) y porcentaje de ovocitos monospermicos sobre el total de ovocitos inseminados (Eficiencia). Para evaluar la capacitación, se determinó la actividad de PKA mediante WB (Soriano-Úbeda *et al.*, 2017). Para el análisis estadístico, se realizó una prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov y tras la normalidad de las muestras se realizó ANOVA de una vía con una prueba post-hoc de Tukey utilizando el programa SPSS Versión 28.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que el valor de PEN en el grupo FF fue significativamente inferior ($p < 0,05$) en comparación con los grupos control y VEs ($15,6\% \pm 4,6\%$ vs. $24,1\% \pm 5,7\%$ y $24,02\% \pm 5,6\%$, respectivamente). El valor de SPZ/ZP fue menor en el grupo control respecto a FF y VEs ($5,5 \pm 0,6$ vs. $7 \pm 0,8$ y $7,6 \pm 1,4$). El grupo FF presentó el valor más alto para el parámetro MON respecto a VEs y control ($90\% \pm 1,0\%$ vs. $71,4\% \pm 1,25\%$ y $50,0\% \pm 1,39\%$), aunque la eficiencia fue superior en el grupo VEs en comparación con FF y control ($21,6\% \pm 9,2\%$ vs. $16,1\% \pm 7,5\%$, y $12,3\% \pm 6,3\%$, respectivamente). Estudios previos sugieren que el FF disminuye la polispermia y mejora la fecundación (Funahashi y Day, 1993; Vatzias y Hagen, 1999). Por tanto, las VEs podrían contribuir a este efecto seleccionando los espermatozoides más aptos o induciendo un bloqueo de la polispermia. Aunque este estudio es preliminar, esta hipótesis se refuerza con la menor actividad de la PKA en los grupos VEs y FF, lo que sugiere una regulación en la capacitación espermática para evitar la polispermia.

CONCLUSIÓN

La selección de espermatozoides por quimiotaxis utilizando VEs y FF mejora el rendimiento de la FIV y regula la actividad de la PKA siendo, en parte, las VEs responsables de esta función.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Funahashi, H. y Day, B.N. 1993. Rep. 99: 97-103.
- Hasan, M.M., Ul, Q., Reshi, A., Lättekivi, F., Viil, J., Godakumara, K. *et al.* 2021. Biology. 10: 1154.
- Soriano-Úbeda, C., García-Vázquez, F.A., Romero-Aguirregomez-corta, J., Matás, C. 2017. Scientific Reports. 7: 43616.
- Toledo-Guardiola, S.M., Martínez-Díaz, P., Martínez-Núñez, R., Navarro-Serna, S. *et al.*, 2024. Rep. Fert. & Devel. 36: RD23239.
- Vatzias, H., Hagen, D.R. 1999. Biology of reproduction. 1: 42-48.
- Vieira, L.A., Diana, A., Soriano-Úbeda, C., Matás, C. 2021. Animals. 11: 1-18.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (PDC2022-133589-I00-E05071301).

DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS MITOCONDRIALES DE ESPERMATOZOIDES DE VACUNO

Martínez-Rodrigo^{1*}, L., Gacem¹, S., Sánchez Del Pino¹, M.M., Hidalgo², C.O.,
Tamargo², C., Santolaria³, P., Yániz³, J. y Silvestre¹, M.A.

¹Universidad de Valencia, C/Doctor Moliner 50, 46100 Valencia; ²SERIDA, 33394 Deva, Gijón;

³Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca

*Lydia.Martinez@uv.es

INTRODUCCIÓN

El estudio del proteoma del espermatozoide constituye una herramienta fundamental para el esclarecimiento de los mecanismos celulares y moleculares implicados en la funcionalidad de los mismos. En este contexto, el funcionamiento adecuado de las mitocondrias para la producción de ATP es esencial en el espermatozoide vacuno (Gacem *et al.*, 2023). El objetivo de este trabajo es realizar un análisis descriptivo de las proteínas mitocondriales de espermatozoides bovinos en comparación con las de todo el organismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El conjunto de proteínas del organismo se dedujo a partir de genes únicos de la especie *Bos taurus* de la base de datos Uniprot (<https://www.uniprot.org/proteomes>; UP000009136; 28/01/2025). El proteoma de espermatozoides bovinos utilizado fue el obtenido en trabajos previos por nuestro grupo (Gacem *et al.*, 2023), obtenido a partir de muestras comerciales del Centro de Inseminación Artificial Cenero (Gijón). El análisis del proteoma se llevó a cabo en la Unidad de Proteómica de la Universidad de Valencia (Gacem *et al.*, 2023) utilizando la técnica de espectrometría de masas en tándem acoplada a cromatografía líquida (LC-MS/MS). Los datos obtenidos se cotejaron con la base de datos de *B. taurus*. Las proteínas identificadas se estudiaron con UniProt y su localización mitocondrial se estableció mediante la clasificación Gene Ontology (componentes celulares), estableciendo 5 localizaciones: membrana mitocondrial interna (MMI) y externa (MME), espacio intermembrana (EIM), matriz y nucleóide mitocondrial. En el proteoma general de la especie, además, se identificaron dos localizaciones adicionales: el ribosoma mitocondrial y el retículo endoplásmico asociado a mitocondrias (REAM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 802 proteínas obtenidas en el proteoma espermático, 237 (29,6%) se identificaron como proteínas mitocondriales, de las cuales el 73,0% presentaba una ubicación específica. El 49,8% de ellas forman parte del sistema de doble membrana mitocondrial, siendo un 8,0 % exclusivas de la MME y un 38,4 % de la MMI. A su vez, un 4,2% de las proteínas se encontró en el EIM, un 16,9% en la matriz y un 2,9 % en el nucleóide mitocondrial. Comparando estos resultados con el proteoma del organismo de esta especie (26.942 proteínas), se observó una distribución similar de proteínas mitocondriales (10,9% en la MME, 31,1% en la MMI, 4,3 % en el EIM, 11,8% en la matriz, 1,6% en el nucleóide, 1,6% en el ribosoma mitocondrial y 0,4% en el REAM). Sin embargo, a pesar de que no se cuantifica el contenido, sí que destaca la diferente proporción de proteínas mitocondriales respecto al total de proteínas ya que mientras en el espermatozoide bovino el 30,0% de las proteínas son mitocondriales, en el proteoma general este porcentaje es solo del 6,1% (61,5% con localización específica). Estos resultados subrayan la relevancia funcional de la mitocondria en el espermatozoide bovino.

CONCLUSIÓN

Si bien la distribución de proteínas mitocondriales en las diferentes localizaciones es comparable entre el organismo y el espermatozoide, este último presenta un mayor porcentaje de proteínas mitocondriales en relación al proteoma del organismo. Estos resultados resaltan la importancia de la mitocondria en la funcionalidad del espermatozoide bovino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gacem, S. *et al.* 2023. Bull Sperm SWATH-MS-Based Proteomics Reveals Link between High Fertility and Energy Production, Motility Structures, and Sperm-Oocyte Interaction. *J. Proteome Res.* 22(11): 3607-3624.

Agradecimientos: Este estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1), por la GVA (AGROALNEXT/2022/063).

RELACIÓN ENTRE LOS METABOLITOS DEL MEDIO DE CULTIVO DE EMBRIONES BOVINOS Y SUS TASAS DE GESTACIÓN

Ferrer-Roda¹, M., Paramio¹, M.T., Lorenzo², A. y Catalá^{2*}, M.G.

¹Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España; ²Ovatec S.L. Parc Tecnològic del Vallès, Barcelona, España

*maria@ovatecfiv.com

INTRODUCCIÓN

En la última década, la comercialización de embriones *in vitro* (IVP) aumentó un 76%, superando a los producidos *in vivo* (Viana, 2023). Sin embargo, las pérdidas gestacionales de embriones IVP oscilan entre el 59% y 85%, ocurriendo el 60% en las primeras seis semanas de gestación (Ealy *et al.*, 2019). Encontrar criterios no invasivos para evaluar la calidad de los embriones antes de su transferencia es un objetivo importante. Los metabolitos producidos por el embrión en los medios de cultivo *in vitro* podrían ser un indicador de su calidad (Wrenzycki, 2021). El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el perfil metabólico del medio de cultivo de embriones, analizado mediante resonancia magnética nuclear de protones (¹H-RMN), y las tasas de gestación después de su transferencia en granjas lecheras de Catalunya.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron ovocitos de ovarios de vacas selectas de matadero, y se maduraron *in vitro* en TCM-199 con FSH, LH y estradiol, se fecundaron en medio TALP con heparina y se cultivaron los presuntos cigotos en BO-IVC (IVF Bioscience, UK) durante 6-7 días en Ovatec S.L. De los embriones obtenidos en 11 réplicas, se transfirieron un total de 181 blastocistos frescos. La transferencia de embriones (TE) se realizó el día 7 después de la ovulación en vacas con presencia de cuerpo lúteo (CL). Cada hembra recibió un único embrión transferido por vía transcervical en el cuerno uterino ipsilateral al ovario con el CL. La tasa de gestación fue diagnosticada a los 45 días de la TE por ecografía (ExaGo®, IMV Imaging, Francia). Para el análisis metabólico, el medio de cultivo de embriones de cada réplica se congeló a -20°C hasta su análisis por ¹H-RMN de alta resolución en el Servicio de Resonancia Magnética Nuclear (SeRMN) de la Universidad Autónoma de Barcelona. Se analizó el medio de cultivo de 11 réplicas usando un espectrómetro AVANCE 600 equipado con una sonda de triple resonancia multinuclear (TBI, Bruker Biospin, Alemania) con una fuerza de campo de 14,1 T (frecuencia de ¹H de 600,13 MHz). La temperatura de la sonda se fijó a 298 K. Las 11 réplicas de embriones producidos *in vitro* se clasificaron en 3 grupos según sus tasas de gestación (hembras gestantes/embriones transferidos): Bajo (<20%), Medio (21-39%) y Alto (≥40%). Se realizó una prueba T de Student usando GraphPad Prism v9 para comparar la concentración de cada metabolito entre los grupos Bajo y Alto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de gestación media del grupo Bajo (4 réplicas) fue 16,98 ± 3,29 % (8/45), en el grupo Medio (3 réplicas) 26,85 ± 5,78 % (11/44), y en el grupo Alto (4 réplicas) 48,15 ± 4,64 % (43/92). Los principales metabolitos encontrados en los medios de cultivo de embriones fueron alanina, citrato, glucosa, glutamato, glicina, histidina, isoleucina, lactato, lisina, mio-Inositol, fenilalanina, tirosina y valina. Los resultados indicaron mayor concentración en los grupos de bajas tasas de gestación en comparación con los de altas tasas ($p < 0,05$) de lisina (0,13 ± 0,02 y 0,08 ± 0,03 ppm, respectivamente), glicina (1,66 ± 0,05 y 1,34 ± 0,11 ppm), glutamato (0,79 ± 0,11 y 0,56 ± 0,09 ppm) y valina (0,13 ± 0,02 y 0,09 ± 0,02 ppm). En cultivo individual, Fernandes *et al.* (2021) también observaron mayor concentración de glutamato y lactato y menor de piruvato en embriones no gestantes, y Gimeno *et al.* (2021) concluyeron que los embriones gestantes consumían más aminoácidos y por lo tanto existía menor concentración en los medios de cultivo, como observamos en nuestros resultados.

CONCLUSIÓN

Menor concentración de lisina, glicina, glutamato y valina en el medio después de 6-7 días de cultivo embrionario se asocia con mayores tasas de gestación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Viana J.H.M. 2023. Embryo Technol. Newsl. 41: 20-38.
- Ealy A.D. *et al.* 2019. J. Anim. Sci. 97: 2555-68.
- Wrenzycki C. 2021. Reprod. Fertil. Devel. 34: 190-202.
- Fernandes G.O. *et al.* 2021. Biol. Reprod. 105: 481-90.
- Gimeno I. *et al.* 2021. Metabolites 11: 484.

Agradecimientos: Este proyecto fue financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (IDI-20210615). Gracias a Gemma Algaba por la recogida de muestras.

IMPACTO DE LA SUBNUTRICIÓN DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN DE VACAS DE APTITUD CÁRNICA SOBRE EL TRANSCRIPTOMA DEL HÍGADO Y TEJIDO ADIPOSO SUBCUTÁNEO DE LA DESCENDENCIA

Escalera-Moreno^{1*}, N., Villalba-Blanch¹, B., Villalba¹, D., Akesolo-Atutxa², O., López de Armentia², L., Noya¹, A., Monleón³, E., Sanz², A., Álvarez-Rodríguez³, J. y Serrano-Pérez¹, B.

¹Universidad de Lleida, Lleida, España; ²CITA de Aragón-IA2, Zaragoza, España;

³Universidad de Zaragoza-CITA-IA2, Zaragoza, España

*mariadelasnieves.escalera@udl.cat

INTRODUCCIÓN

En ganado vacuno de carne, la restricción de nutrientes durante la gestación puede tener efectos negativos sobre el feto debido a su posible influencia directa sobre la tasa de crecimiento, el desarrollo postnatal y la regulación endocrina, pudiendo afectar a la distribución de energía entre los tejidos metabólicamente activos, como el hígado y el tejido adiposo subcutáneo en la descendencia (Shokrollahi *et al.*, 2013). El hígado y el tejido adiposo son regiones diana para la programación intrauterina, ya que sufren cambios estructurales, funcionales y epigenéticos cuando el feto se expone a ambientes subóptimos (Goselink *et al.*, 2013). El objetivo de este trabajo fue la evaluación de los efectos de la subnutrición durante el último tercio de gestación de vacas de aptitud cárnica sobre el transcriptoma del hígado y tejido adiposo subcutáneo de la descendencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 46 vacas en el último tercio de gestación fueron asignadas a un tratamiento con dos niveles de cobertura de las necesidades nutricionales mediante una mezcla completa (T100% a razón de 10,5 kg/día, n=22; T60% a razón de 7 kg/día, n=24). Tras el parto, todas las vacas recibieron la misma dieta que cubría sus necesidades al 100%. Los terneros (todos machos) siguieron una dieta de leche materna hasta la semana 17 y tras ello pasaron a una dieta a base de pienso en harina y paja de cereal *ad libitum* hasta el momento del sacrificio (1 año de edad). Se seleccionaron 16 terneros (n=8, T100%; n=8, T60%) y se tomaron muestras de hígado y tejido adiposo subcutáneo en contacto con el músculo masetero en el momento del sacrificio. Se extrajo el ARN total mediante el kit PureLink RNA Mini Kit® (Applied Biosystems, Foster City, EEUU), se cuantificó la integridad con un sistema 4150 TapeStation (Agilent, España) y se secuenció el transcriptoma mediante un equipo NovaSeq X de Illumina (Macrogen, Corea). Se siguieron criterios estándar para la calidad y el filtrado con FastQC, HISAT2 (alineamiento) y HTSeq-FeatureCounts (cuantificación). Finalmente, se realizó un análisis PCA y genes diferenciales mediante DESeq (R-software) de los datos normalizados. Se consideraron como genes diferencialmente expresados (DEGs) aquellos con un p-value < 0,01 y fold-change (FC) ≥ |1,3|.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de expresión diferencial mostraron una menor expresión en tejido adiposo en los terneros T60% del gen de la cadena pesada de la β -miosina (MYH7), y el gen de la troponina (TNNT2), ambos relacionados con la deposición de tejido adiposo intramuscular (Feng *et al.*, 2022). Además, en el hígado de los terneros T60% se identificó una menor expresión del gen del receptor de la neurotrofina (NFRG), involucrado en el metabolismo lipídico en el hígado, y del gen de la quimioquina CXCL13, reguladora del tráfico de los linfocitos B (Liu *et al.*, 2019). Aunque el número de genes diferenciales es pequeño, estos resultados apuntan a que la subnutrición materna durante el último tercio de gestación tendría efectos a largo plazo en rutas metabólicas de la descendencia y del sistema inmunitario.

CONCLUSIÓN

La menor disponibilidad materna de nutrientes durante el último tercio de la gestación parece alterar la expresión de genes clave en tejidos metabólicamente activos, con posibles implicaciones en la deposición de tejido adiposo y el sistema neuroinmunoendocrino hepático de los terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Feng *et al.* 2022. *Animal Biotechnology* 34: 2887-2899. • Goselink *et al.* 2013. *J. Dairy Sci.* 96:1102-1116. • Liu *et al.* 2019. *Vet. Res.* 50:17. • Shokrollahi *et al.* 2013. *Genes* 15(6):704.

Agradecimientos: Proyecto financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (FETALNUT). Contrato predoctoral de la Universitat de Lleida N. Escalera-Moreno.

EFFECTO DE LA OXITOCINA INTRANASAL SOBRE LA LIBIDO Y CALIDAD SEMINAL EN MACHOS CABRÍOS

Arrebola^{1*}, F.A., Castillejo¹, E., Fernández¹, N., Guerrero¹, I. y Pérez², C.C.

¹Ctra. El Viso, 15, Hinojosa IFAPA, Córdoba; ²Campus de Rabanales UCO, FAVE, Córdoba

*franciscoa.arrebola@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

La oxitocina (OT) desempeña un papel crucial en el comportamiento sexual y la respuesta al estrés. La OT exógena puede entrar al sistema nervioso central (SNC) imitando la liberación natural, mejorando el comportamiento sexual y copulatorio (Carter, 1992). La administración intranasal elude el metabolismo de primer paso, ofreciendo una respuesta terapéutica más rápida que otros métodos, y siendo prometedora para diversas afecciones neurológicas al evitar la barrera hematoencefálica (BHE) (Chen *et al.*, 2024).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio realizado en IFAPA de Hinojosa (Córdoba) en abril de 2024, evaluó el efecto de la OT intranasal sobre la libido y la calidad seminal en machos cabríos. Ocho machos (de entre 1 y 7 años, entrenados para saltar en vagina artificial) se dividieron en dos grupos, uno tratado con solución salina (n=4) y otro con OT intranasal (mediante un difusor unido a una jeringuilla); 2 de ellos con 6 ml (3 ml por orificio nasal), equivalente a 60 UI de OT, y los otros dos con 2 ml (1 ml por orificio nasal) que equivale a 20 UI de OT. Los machos estaban alojados individualmente con zona de patio de recreo. Se midió la testosterona en sangre (quimioluminiscencia) y calidad seminal semanalmente para comprobar su eficacia (microscopía en CASA cada 15 días). La libido se evaluó con el comportamiento copulatorio. El semen se analizó en el laboratorio con medidas clásicas de volumen, concentración, motilidad masal y motilidad individual en CASA (software ISAS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La administración de OT indujo un incremento de los niveles de testosterona plasmática tras su administración, pero sin diferencias significativas entre grupos. Al evaluar los parámetros de conducta sexual, se observó que los machos tratados con OT que realizaban el reflejo de Flehmen al contactar con hembras, tardaban más en ejecutarlo (119 ± 55 s.) que los machos del grupo control (20 ± 2 s.) ($p = 0,06$). En lo que respecta al número de eyaculaciones, se observó que aquellos machos tratados con OT tuvieron un menor número de eyaculaciones que los machos del grupo control ($0,9 \pm 0,07$ vs. $1,14 \pm 0,7$; $p = 0,018$). Estos resultados concuerdan con lo observado por Damián *et al.* (2024), quienes describen que la administración de OT produce una disminución de la conducta de cortejo. Aquellos machos tratados con OT mostraron un incremento significativo del volumen seminal, en contraste con los machos del grupo control ($1,3 \pm 0,1$ ml vs. $0,9 \pm 0,1$ ml; $p = 0,026$). En los parámetros seminales analizados, la concentración espermática (3.751 ± 218 mill. spz/ml vs. 3.560 ± 228 mill. spz/ml; $p = 0,565$), motilidad masal ($83,7 \pm 3,8\%$ vs. $82,9 \pm 2,5\%$; $p = 0,858$) y motilidad individual ($51 \pm 2\%$ en ambos casos; $p = 0,995$) no se vieron modificados en machos tratados.

CONCLUSIÓN

La administración intranasal de OT modificó el comportamiento sexual de los machos cabríos, dando una disminución del reflejo de Flehmen y un aumento de las montas con eyaculación en tiempo total, lo que equivale a una mayor eficiencia reproductiva. Además, los efectos observados parecen estar más relacionados con cambios comportamentales inmediatos sin impacto significativo en los niveles de testosterona, a pesar de inducir un aumento temporal de esta hormona. Al contrario de la hipótesis planteada, la administración de OT aumenta significativamente el volumen seminal en machos sin alterar otros parámetros de calidad seminal, aunque estos efectos varían en función del método de administración y de la especie, como se puede observar en otros estudios. Se requieren más investigaciones para terminar de entender los mecanismos de acción de la oxitocina intranasal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Carter, C.S. 1992. Oxytocin and sexual behavior. *Neuroscience Reviews* Vol. 16. • Damián *et al.* 2024. Sexual behaviour of young rams is improved and less stressful after intranasal administration of oxytocin. *Domestic endocrinology*. Vol. 87. • Chen *et al.* 2024. Intranasal drug delivery. Vol. 207.

Agradecimientos: PP.TRA.2023.02.

EFFECTOS DE LA SUBNUTRICIÓN Y LA SUPLEMENTACIÓN CON HIDROXITIROSOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN EN LA VACA NODRIZA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y METABÓLICOS DE SUS TERNEROS DURANTE LA LACTACIÓN

López de Armentia^{1*}, L., Sanz¹, A., Serrano-Pérez², B., Álvarez-Rodríguez², J., Villalba², D., Casasús¹, I., Escalera-Moreno², N., Quintans³, G., Akesolo-Atutxa¹, O., Meikle⁴, A. y Noya², A.

¹CITA de Aragón – IA2 (UNIZAR), 50059 Zaragoza, España; ²Departament de Ciència Animal – UdL, 25198 Lleida, España; ³INIA Treinta y Tres, 33000, Uruguay; ⁴Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, 11200 Uruguay

*llopezdearmentia@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La subnutrición a final de gestación es una situación común en los sistemas semi-extensivos. El hidroxitirosol (HT) es un alcohol fenólico presente en las hojas del olivo con propiedades antioxidantes (Rigacci y Stefani, 2016) y que podría actuar como agente terapéutico para mejorar el estrés metabólico en las vacas subnutridas. El objetivo del trabajo fue analizar los efectos de la subnutrición y la adición de HT en la dieta durante el último tercio de gestación sobre los parámetros productivos y los perfiles metabólicos de la descendencia, desde el nacimiento hasta el destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo con 110 vacas gestantes (razas Parda de Montaña y Pirenaica) distribuidas en 4 grupos con un diseño factorial 2x2, según el nivel de alimentación (100 vs. 60% de las necesidades) y el aporte de HT (Control vs. HT: 0 y 180 mg HT/kg unifeed, respectivamente) que recibieron durante el último tercio de gestación (semanas 28-40 de gestación). Del parto en adelante, todas las vacas recibieron una dieta para cubrir el 100% de sus necesidades y sin HT. Al inicio de los tratamientos (semana 28 de gestación) las vacas tuvieron una condición corporal media de $3,6 \pm 0,5$ (D.E.) (CC, escala 1-5), y las CC al parto fueron de 3,4; 3,4; 2,9 y 3,0 para 100-Control, 100-HT, 60-Control y 60-HT, respectivamente. Los terneros se alimentaron exclusivamente de leche materna siguiendo un sistema de doble tetada (30 min, dos veces/día) hasta su destete (4 meses). Se registró el peso vivo (PV) una vez al mes entre el nacimiento y el destete y se tomaron muestras de sangre de los terneros una vez al mes para determinar la concentración de glucosa, fructosamina, ácidos grasos no esterificados (AGNE), factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1) y urea. Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS v 9.4, utilizando un modelo lineal generalizado para PV al nacimiento y destete y un modelo lineal mixto para los metabolitos, con nivel de alimentación, HT, mes de lactación, raza y sexo del ternero como efectos fijos, ternero como efecto aleatorio y PV inicial de la vaca anidada en la raza como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PV de los terneros al nacimiento fue de $47,5^{ab} \pm 0,9$; $49,2^a \pm 1,1$; $46,1^b \pm 0,9$ y $49,1^a \pm 1,0$ kg (E.E.M.) ($P<0,05$) y de $158^a \pm 3,4$; $158^a \pm 4,0$; $149^b \pm 3,6$ y $155^a \pm 3,3$ kg (E.E.M.) ($P<0,05$) al destete, para 100-Control, 100-HT, 60-Control y 60-HT, respectivamente. En los terneros se detectaron diferencias puntuales según el tratamiento de alimentación en los niveles de glucosa (mes 2), urea (mes 0 y 2) y AGNE (meses 0 y 2), y debidas a la raza en los niveles medios de fructosamina e IGF-1. La ganancia media diaria (GMD) de los terneros estuvo correlacionada con la pérdida de CC de las vacas durante la lactación ($r=0,31$; $P<0,001$), con la IGF-1 ($r=0,44$; $P<0,001$) y con las concentraciones de fructosamina en los meses 2 ($r=0,40$), 3 ($r=0,33$) y 4 ($r=0,41$; $P<0,001$). El PV de los terneros también estuvo correlacionado con la concentración de fructosamina a lo largo de la lactación ($r=0,75$; $P<0,001$).

CONCLUSIÓN

Estos resultados preliminares muestran que el HT aumentó el PV al nacimiento de los terneros y ayudó a mitigar la reducción de PV al destete en los terneros de madres que fueron subnutridas durante el último tercio de gestación. Este efecto no se reflejó en las variables metabólicas en los terneros, probablemente debido a la elevada CC de sus madres al parto, que pudo haber minimizado los efectos de la subnutrición materna en la respuesta productiva de los terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rigacci y Stefani, 2016. International Journal of Molecular Sciences 17 843: 1-28.

Agradecimientos: Al personal de La Garcipollera. Proyecto financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT). Contrato FPI-AEI de L. López de Armentia. Gobierno de Aragón (Grupo de investigación INPASS A25_23R).

DISMINUCIÓN DE LA FERTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN VACUNO DE LECHE ASOCIADA AL ESTRÉS TÉRMICO SEVERO EN EL PERIODO PERICONCEPCIONAL

Cuevas-Gómez^{1*}, I., Lozano², J., Rizos¹, D. y Sánchez³, J.M.

¹Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Madrid, España;

²Explotación Agropecuaria "Las Rozuelas del Valle S.L.", Torrecampo, Córdoba, España; ³Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), Hinojosa del Duque, Córdoba, España

*inmaculada.cuevas@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

En bovino, factores como el estrés térmico (ET) modifican el epigenoma fetal, induciendo cambios en la expresión génica, lo que se traduce en cambios fenotípicos permanentes con consecuencias de por vida (Huber *et al.*, 2020). Sin embargo, estas consecuencias a largo plazo son poco conocidas. Este estudio evalúa la asociación entre la exposición a diferentes niveles de ET periconcepcional y el desempeño productivo y reproductivo de la descendencia hasta la primera lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron datos de 1.227 hembras Holstein nacidas entre 2016-2022 en una granja de vacuno lechero (Torrecampo, Córdoba), monitorizadas hasta su primera lactación. Se establecieron tres grupos de exposición a ET periconcepcional: (i) ET moderado (ET_MOD), con THI (Temperature Humidity Index) máximo diario medio ≥ 68 y < 72 durante los dos meses previos y 45 días posteriores a la concepción; (ii) ET severo (ET_SEV), THI máximo diario medio ≥ 72 en el mismo periodo; y (iii) condiciones termoneutrales (NO_ET), con THI máximo diario medio < 68 . El THI diario se calculó con datos de una estación AEMET cercana: $(1,8 \times T^{\circ}\text{max} + 32) - (0,55 - 0,0055 \times \text{RHmin}) \times (1,8 \times T^{\circ}\text{max} - 26)$. Los parámetros de salud, reproductivos y productivos se extrajeron del software de la granja. Se aplicaron modelos lineales generalizados mixtos (SAS) para evaluar la asociación entre los grupos de ET y variables de reproducción y producción, ajustando por covariables de la descendencia (año de nacimiento, paridad materna, índices genéticos, transferencia pasiva de inmunidad, diarrea, neumonía, ganancia media diaria al destete, ET durante inseminación artificial (IA), tipo de semen, dificultad del parto, ET en el parto, raza y sexo del ternero, y enfermedades posparto). Las medias semanales de producción de leche se analizaron como medidas repetidas con modelos mixtos (PROC MIXED) en las primeras 30 semanas en leche. Los resultados se muestran como $\text{lsmeans} \pm \text{SE}$ ajustados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En novillas, no hubo diferencias entre grupos en la edad a la primera IA ni en la tasa de preñez por IA (P/AI). Sin embargo, el grupo ET_SEV requirió más IA por preñez (IA/P) que el grupo NO_ET ($2,1 \pm 0,14$ vs. $1,7 \pm 0,06$; $P=0,08$), retrasando la edad a primer parto ($725 \pm 3,6$ vs. $717 \pm 1,6$ d; $P=0,04$), sin diferencias con el grupo ET_MOD (IA/P: $1,8 \pm 0,14$; edad parto: $719 \pm 3,7$ d). En la primera lactación, las vacas ET_SEV mostraron menor P/AI ($28,6\%$ vs. $43,9\%$; $P=0,01$), requirieron más IA/P ($3,5 \pm 0,29$ vs. $2,6 \pm 0,16$; $P<0,01$) y presentaron un intervalo parto-preñez más largo ($135 \pm 6,1$ vs. $117 \pm 2,2$ d; $P<0,01$) que las vacas NO_ET, sin diferencias con ET_MOD (P/AI: $33,6\%$; IA/P: $2,9 \pm 0,26$; intervalo parto-preñez: $125 \pm 5,7$ d). Las vacas ET_SEV produjeron menos leche diaria que las vacas NO_ET ($34,3 \pm 0,28$ vs. $35,0 \pm 0,14$ L; $P=0,02$). Además, ET_MOD y ET_SEV presentaron menores porcentajes de grasa ($3,54 \pm 0,02$ y $3,63 \pm 0,01$ vs. $3,69 \pm 0,01\%$; $P<0,01$) y proteína ($3,18 \pm 0,01$ y $3,20 \pm 0,01$ vs. $3,25 \pm 0,01\%$; $P<0,01$) que el grupo NO_ET. Las vacas ET_SEV presentaron peores parámetros reproductivos y productivos, mientras que las ET_MOD mostraron valores intermedios, lo que sugiere que el impacto del ET periconcepcional podría aumentar con la intensidad del THI en este periodo.

CONCLUSIÓN

La exposición a ET severo ($\text{THI} \geq 72$) en la gestación temprana se asoció con menor desempeño productivo y reproductivo hasta la primera lactación. Aunque no se puede establecer causalidad debido al carácter observacional del estudio, estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el momento de la concepción en las estrategias reproductivas y de manejo en granjas lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Huber, E. *et al.* 2020. Anim Reprod Sci. 216: 106348. doi: 10.1016/j.anireprosci.2020.106348.

Agradecimientos: Financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea Next Generation EU/PRTR (proyectos TED2021-129764B-I00 y RYC2021-033574-I).

IMPACTO DEL ETILPARABENO EN LA SÍNTESIS DE PROGESTERONA DURANTE LA MADURACIÓN *IN VITRO* EN OVOCITOS PORCINOS

Marcilla-Barreda^{1*}, L., Martínez-López^{1,2}, C.R., Izquierdo-Rico¹, M.J.,
García-Vázquez², F.A. y Hernández-Caravaca³, I.

¹Departamento de Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina, Universidad de Murcia, Murcia 30120, España; ²Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, Murcia 30100, España; ³Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, España
*lucia.marcillab@um.es

INTRODUCCIÓN

Los parabenos son los químicos sintéticos más utilizados en la preservación de alimentos, cosméticos y otros productos farmacéuticos (Sasseville *et al.*, 2015). Estos compuestos ingresan al cuerpo por ingestión o absorción cutánea, pudiendo detectarse en orina, sangre y leche materna (Fransway *et al.*, 2019). Los parabenos actúan como disruptores endocrinos asociados a variaciones en los niveles de progesterona (Pollack *et al.*, 2018), hormona clave en la maduración ovocitaria. La presencia de metilparabeno y etilparabeno en orina se ha vinculado con una menor fertilidad en mujeres. El objetivo de este estudio fue analizar las variaciones en los niveles de progesterona producida por los complejos ovocitos-células del cúmulo (COCs) porcinos en la maduración *in vitro* cuando se exponían a diferentes concentraciones de etilparabeno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron complejos ovocitos-células del cúmulo porcinos como biomodelo porcino por su similitud con los seres humanos en fisiología, desarrollo y genética. Los COCs se obtuvieron de cerdas prepúberes procedentes del matadero "El Pozo Alimentación S.A.". Cinco réplicas con 50 COCs por grupo de tratamiento fueron madurados *in vitro* utilizando el medio NCSU37a las primeras 20-22 horas. Posteriormente se trasladaron a medio NCSU37b hasta completar 40-44 horas de maduración. Se estableció un grupo control, sin etilparabeno, y cuatro grupos de tratamiento (250 μ M, 500 μ M, 750 μ M y 1000 μ M). Se añadió 1 μ L de etilparabeno de la concentración correspondiente en cada pocillo del medio NCSU37a, y posteriormente en el medio NCSU37b. Tras la maduración, se tomaron 300 μ L del medio de maduración, se transfirieron a tubos Eppendorf, se congelaron en nitrógeno líquido y almacenaron a -80°C hasta su posterior evaluación. La concentración de progesterona en cada muestra se determinó mediante inmunoensayo enzimático competitivo quimioluminiscente en fase sólida marcado por enzimas (Immulite 1000; Siemens Healthineers) siguiendo el protocolo del fabricante. Se compararon los valores obtenidos a través del programa "IBM SPSS Statistics" analizando los datos con el test de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la concentración de progesterona reveló diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el grupo control ($87,4 \pm 11,6$ nmol/L) y los grupos tratados con concentraciones de etilparabeno de 500 μ M ($44,9 \pm 5,7$ nmol/L), 750 μ M ($48,6 \pm 14,6$ nmol/L) y 1000 μ M ($29,1 \pm 5,4$ nmol/L). Sin embargo, la adición de etilparabeno a una concentración de 250 μ M no provocó una reducción significativa de los niveles de progesterona ($53,8 \pm 10,1$ nmol/L; $p > 0,05$), en comparación con el grupo control.

CONCLUSIÓN

Concentraciones de etilparabeno superiores a 250 μ M en los medios de maduración reducen la producción de progesterona por parte de los complejos ovocitos-células del cúmulo porcinos durante la maduración *in vitro*. Este hecho podría afectar a la competencia del ovocito. Futuras investigaciones podrán analizar cómo se ven afectados otros parámetros de la maduración ovocitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sasseville, D. *et al.* 2015. Dermatitis 26: 6.
- Fransway, A. *et al.* 2019. Paraben Toxicology. Dermatitis 30: 1.
- Pollack, A. *et al.* 2018. Environment International 120: 137-144.
- Mínguez-Alarcón, L. y Gaskins, A.J. 2017. Curr.Opin in Obstet Gyneco. 29: 202-211
- Mordhorst, B.R. y Prather, R. S. 2017. Pig Models of Repr. Anim Model and Human Rep 9.

Agradecimientos: Agradecemos a «El Pozo Alimentación S.A., Alhama de Murcia, Murcia, España» la cesión del material biológico.

PRUEBA DE CONCEPTO PARA EL USO DE MEDIOS DE CULTIVO EN FORMATO SECO EN LA DESCONGELACIÓN DE EMBRIONES BOVINOS PRODUCIDOS *IN VITRO*

Juan¹, A., Masegosa¹, A., Romero-Aguirregomezcorta^{2,3}, J., Coy^{2,3}, P. y Romar^{2,3}, R.

¹EmbryoCloud SL, Murcia, España; ²Dept. Fisiología. Universidad de Murcia; ³IMIB-Arrixaca
*rromar@um.es

INTRODUCCIÓN

La vitrificación de embriones bovinos es una técnica en constante aumento. En el año 2021 más del 30% de los embriones transferidos habían sido previamente vitrificados (Viana, 2022). Los medios de cultivo utilizados para el proceso de vitrificación y calentamiento cuentan con una formulación consolidada partiendo siempre de medios stock en formato líquido (Vajta *et al.*, 1998; Gómez *et al.*, 2017). En reproducción asistida, el uso de medios de cultivo en formato seco presenta ventajas tanto en aspectos de conservación como de transporte y se comercializan para diversas técnicas de reproducción asistida, aunque su uso en la descongelación de embriones no se ha reportado. El objetivo de este estudio es validar de forma preliminar un set de medios de cultivo en formato seco (lío-filizados), y libres de suero fetal bovino, para la descongelación de embriones bovinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La producción *in vitro* de embriones bovinos se realizó a partir de ovarios de matadero (Lopes *et al.*, 2019) utilizando medios de cultivo en formato seco (EmbryoCloud, Murcia, España). Los blastocistos expandidos obtenidos a día 7 y día 8 post-inseminación se vitrificaron utilizando el método Cryotop (Morató *et al.*, 2010) con medios en formato líquido conteniendo dimetilsulfóxido, etilenglicol y sacarosa como crioprotectores. Una vez vitrificados, los embriones se mantuvieron en nitrógeno líquido un mes antes de proceder a su calentamiento. Los embriones del grupo CONTROL se calentaron empleando los medios y el protocolo descritos por Martínez-Rodero *et al.* (2024) y los del grupo DRY se calentaron con el mismo protocolo y medios de cultivo, pero preparados con los componentes en formato liofilizado. Para el calentamiento, se sumergieron los embriones en el medio conteniendo 1M de sacarosa a 38°C, se realizaron dos lavados, de 3 y 5 minutos, con concentraciones descendentes de sacarosa (0,5M y 0M respectivamente) y se introdujeron en medio de cultivo durante 24 horas a 38,5°C, 5% CO₂ y 5% O₂. La reexpansión y eclosión de los blastocistos se evaluó a las 3 y 24 horas de cultivo y el número total de células se determinó mediante fijación y tinción con Hoechst. Se realizaron 3 réplicas con un total de 43 embriones por grupo. Los resultados de reexpansión y eclosión embrionaria se analizaron con la prueba de chi-cuadrado y para el número de células se empleó la prueba t de Student, utilizando R como software estadístico. Los datos se expresan como media $\pm$ SEM y se consideraron diferencias significativas $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La supervivencia embrionaria fue similar en ambos grupos, siendo la reexpansión a las 3 horas de 57,0 $\pm$ 6,6% para el grupo CONTROL y de 65,3 $\pm$ 1,3% para el grupo DRY. A las 24 horas post-calentamiento se alcanzó un 77,4 $\pm$ 3,5% de reexpansión y 32,3 $\pm$ 10,5% de eclosión en el grupo CONTROL, y un 69,3 $\pm$ 2,6% de reexpansión y 40,6 $\pm$ 7,3% de eclosión en el grupo DRY. En cuanto al número medio de células, los blastocistos vitrificados a día 7 en el grupo CONTROL tuvieron un menor número de células (115,4 $\pm$ 10,8) que los del grupo DRY (158,4 $\pm$ 10,0) ($P = 0,012$). El número de células fue similar entre grupos para los embriones vitrificados a día 8 (107,3 $\pm$ 10,2 CONTROL y 133,8 $\pm$ 19,1 DRY).

CONCLUSIÓN

Los medios de descongelación embrionaria en formato seco son una opción válida para realizar el proceso de calentamiento alcanzando porcentajes de reexpansión y eclosión similares a los que se alcanzan con los medios líquidos convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez *et al.* 2017. *Reprod Fertil Dev*. 29: 1932-1943.
- Lopes *et al.* 2019. *Theriogenology*. 126: 222-229.
- Martínez-Rodero *et al.* 2024. *Reproduction*. 167: e240036.
- Morató *et al.* 2010. *Reprod Fertil Dev*. 22: 1141-1147.
- Vajta *et al.* 1998. *Mol Reprod Development* 51(1): 53-58.
- Viana. 2022. *Embryo Technology Newsletter*. 40: 22-40.

Agradecimientos: Este estudio es parte del proyecto 22247/PDC/23 financiado por la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

INFLUENCIA DE LOS POLIMORFISMOS DEL GEN *MTNR1A* EN LA EXPRESIÓN DE LOS RECEPTORES MT1 Y MT2 EN ESPERMATOZOIDES OVINOS

Peña-Delgado^{1*}, V., Carvajal-Serna¹, M., Noya¹, A., Canto¹, F., Macías², A., Laviña², A., Martín², E., Abecia¹, J.A., Pérez-Pe¹, R. y Casao¹, A.

¹Grupo BIOFITER, IUCA, UNIZAR; ²Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Rasa Aragonesa (ANGRA)

*vpdelgado@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La especie ovina presenta una estacionalidad reproductiva muy marcada regulada por la secreción de melatonina. Esta hormona realiza algunas de sus funciones uniéndose a receptores de membrana específicos, denominados MT1 y MT2. El gen del receptor de melatonina 1A (*MTNR1A*) presenta varios polimorfismos y dos de ellos (*RsaI*, g.17355458C>T; *MnII*, g. 17355452 G>A) se han relacionado con cambios en el comportamiento reproductivo, en la calidad seminal y en la respuesta de los espermatozoides a la melatonina exógena en moruecos de raza Rasa Aragonesa (Abecia *et al.*, 2020; Abecia *et al.*, 2023, Peña-Delgado *et al.*, 2024a; Peña-Delgado *et al.*, 2024b). Sin embargo, a día de hoy se desconoce cómo influye la estacionalidad reproductiva, así como dichos polimorfismos, en la concentración de los receptores MT1 y MT2 en la membrana del espermatozoide. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar como los polimorfismos *RsaI* y *MnII* del gen *MTNR1A* influyen en los niveles de los receptores MT1 y MT2 de los espermatozoides ovinos durante las estaciones no reproductiva (ENR) y reproductiva (ER).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para ello, se obtuvieron muestras seminales mensuales de dieciocho moruecos adultos de raza Rasa Aragonesa, previamente genotipados para ambos polimorfismos del gen *MTNR1A* (9 C/C, 5 C/T y 4 T/T para *RsaI*; 7 G/G, 7 G/A y 4 A/A para *MnII*) durante los meses de diciembre a febrero (ER) y de mayo a julio (ENR). De dichas muestras se extrajeron proteínas siguiendo el protocolo descrito previamente (Colas *et al.*, 2008). Los niveles de MT1 y MT2 se determinaron mediante Western Blot y se evaluaron mediante un two-way ANOVA para analizar el posible efecto de los polimorfismos de *MTNR1A* y de la estación (ER/ENR), utilizando el software GraphPad Prism (v.8.0.1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se compararon los niveles de MT1 entre épocas, sólo se observaron diferencias en los espermatozoides procedentes de animales C/C para el polimorfismo *RsaI*, siendo significativamente mayor en ER que en ENR ($P < 0,05$). Comparando entre genotipos, en ER la concentración de MT1 fue significativamente mayor en los espermatozoides de animales C/C en comparación con los T/T ($P < 0,05$), lo que podría explicar las diferencias en la respuesta a la melatonina que presentan los espermatozoides de animales C/C y T/T en esta época cuando la hormona se añade a diferentes medios de incubación (Peña-Delgado *et al.*, 2024b). Sin embargo, para el polimorfismo *MnII* no hubo cambios significativos en la expresión de MT1 en función de la estación o el genotipo. En cuanto a la concentración del receptor MT2, se encontraron mayores niveles de este receptor en ENR que en ER en los espermatozoides de machos portadores de los tres genotipos para el polimorfismo *RsaI* ($P < 0,05$), mientras que para el polimorfismo *MnII*, las diferencias fueron significativas sólo para los genotipos G/G y G/A ($P < 0,01$).

CONCLUSIÓN

La estacionalidad influye en los niveles espermáticos de MT1 (en animales C/C) y MT2 (en animales C/C, C/T, T/T, G/G y G/A), mientras que el polimorfismo *RsaI* del gen *MTNR1A* influye únicamente en los niveles de MT1 en la estación reproductiva. Estos resultados podrían explicar la diferente respuesta de los espermatozoides ovinos tras la adición de melatonina exógena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, JA. *et al.* 2020. Theriogenology. 157: 42-47
- Abecia, JA. *et al.* 2023. Anim Sci Proc. 14: 77-78
- Peña-Delgado, V. *et al.* 2024a. Reprod Fertil Dev. 36
- Peña-Delgado, V. *et al.* 2024b. Reprod Fertil Dev. 36
- Colas, C. *et al.* 2008. Reprod Fertil Dev. 20, 649-658.

Agradecimientos: Trabajo financiado por los proyectos PID2020-113239RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España) y A07_23R (Gobierno de Aragón).

INFLUENCIA DEL POLIMORFISMO *RsaI* DEL GEN *MTNR1A* EN LOS PARÁMETROS TESTICULARES Y LOS NIVELES HORMONALES EN MACHOS OVINOS

Noya[†], A., Canto[†], F., Peña-Delgado, V., Carvajal-Serna, M., Casao, A., Abecia, J.A. y Pérez-Pe^{*}, R.

Grupo BIOFITER, IUCA, UNIZAR

*rosperez@unizar.es

[†]Ambos autores han contribuido por igual a este trabajo

INTRODUCCIÓN

La melatonina ejerce algunas de sus funciones uniéndose a receptores de membrana específicos. En al menos uno de ellos, el MT1, se han descrito varios polimorfismos en su secuencia génica (gen *MTNR1A*). El polimorfismo *RsaI* (g.17355458C>T) permite clasificar a los moruecos portadores en animales C/C, C/T y T/T en función de su genotipo. En trabajos anteriores de nuestro grupo se puso en evidencia la relación entre estos genotipos y la calidad seminal, siendo menor en animales T/T (Peña-Delgado *et al.*, 2024). En el presente trabajo quisimos investigar si esas diferencias eran debidas a cambios en sus características testiculares y a sus niveles hormonales.

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo de un año se llevaron a cabo mensualmente ecografías y medidas testiculares junto con análisis de hormonas en sangre de 15 moruecos Rasa Aragonesa previamente genotipados y mantenidos en un régimen de extracción de semen de 1 vez al mes mediante vagina artificial. Se midió la superficie testicular media (plano sagital; superficie = largo/2 x ancho/2 x π) y la circunferencia escrotal. El análisis de ecotextura se llevó a cabo con el software ECOTEXT[®], analizando el número de píxeles negros (Ec1), blancos (Ec2), y grises (Ec3); y otros tres parámetros relacionados con las áreas hipoecogénicas (AH) del parénquima testicular: densidad tubular (densidad de AH/cm²), área tubular (porcentaje del parénquima ocupada por AH) y diámetro tubular (diámetro medio de las AH del lumen de los túbulos seminíferos (micras)). Los niveles de testosterona y LH sanguíneos se cuantificaron mediante kits ELISA comerciales. Los resultados se clasificaron en función de la época (reproductiva (ER, agosto-febrero) y no-reproductiva (ENR, marzo-julio)), y los genotipos para *RsaI* (C/C (n=6), C/T (n=4) y T/T (n=5)). Los datos se analizaron utilizando un modelo lineal generalizado con la época y el genotipo como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De todos los parámetros analizados, sólo se observó un efecto significativo del genotipo en los niveles de LH ($P<0,0001$), siendo menores en los animales C/T, intermedios en CC y mayores en TT en ambas épocas. En cuanto a la época, los animales presentaron una mayor superficie testicular y circunferencia escrotal en ER ($P<0,001$). La época también afectó a los parámetros ecográficos, produciéndose en ENR un descenso en el número de píxeles negros (Ec1), densidad, porcentaje y diámetro tubular, y un aumento en el número de píxeles blancos y grises (Ec2 y Ec3) ($P<0,001$), patrón que se reproduce en animales que sufren degeneración testicular (Da Silva-Álvarez *et al.*, 2022). En cuanto a los niveles de testosterona, no se observaron diferencias significativas en función del genotipo ni de la época.

CONCLUSIÓN

Las diferencias en la calidad seminal observadas entre genotipos en función del polimorfismo *RsaI* para el gen del receptor de melatonina MT1 no parecen ser debidas a diferencias en tamaño o ecogenicidad testicular, ni en niveles de testosterona, pero podrían ser atribuibles a diferentes niveles de LH. La ecotextura testicular puede ser una buena herramienta para analizar la funcionalidad reproductiva estacional del morueco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Peña-Delgado, V. *et al.* 2024. *Reprod Fertil Dev.* 36. DOI: 10.1071/RD23235. • Da Silva-Álvarez *et al.* 2022. *Theriogenology.* 185. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2022.03.004

Agradecimientos: Trabajo financiado por los proyectos PID2020-113239RB-100 (Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España) y A07_23R (Gobierno de Aragón).

PRODUCCIÓN DE EMBRIONES PORCINOS KNOCK-OUT PARA EL GEN *GBJ2* COMO MODELO DE SORDERA HUMANA ASOCIADA A CONEXINA 26

Piñeiro-Silva^{1,2}, C., García-Purriños³, F. y Gadea^{1,2*}, J.

¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia (UMU), Murcia, España; ²IMIB Arrixaca, Murcia, España;

³Hospital U. Los Arcos, San Javier, Murcia, España

*jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos modificados genéticamente tiene numerosas aplicaciones tanto en el campo biomédico como ganadero. Hay varios métodos de generación: la clonación, que permite una modificación genética más compleja y precisa, y la modificación de ovocitos/embriones, más sencilla y rápida (Navarro-Serna *et al.*, 2022a). En el campo biomédico, se están produciendo animales que puedan servir como modelos de enfermedades humanas. El gen *GBJ2* codifica para la Conexina 26, cuya deficiencia es la mayor causa de pérdida de oído en el mundo produciendo más del 50% de los casos de sordera no sindrómica (Kenneson *et al.*, 2002). La producción de un modelo porcino KO para *GBJ2* ayudaría al desarrollo de técnicas de diagnóstico y tratamientos. Por ello, el objetivo de este trabajo es la generación de embriones porcinos KO para *GBJ2* mediante electroporación de ovocitos. Esta técnica permite editar un gran número de ovocitos de manera rápida y eficiente, siendo una herramienta ideal para evaluar la capacidad de edición genética de las sondas diseñadas

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó una guía ARN para el gen *GBJ2* con el programa informático Breaking Cas (Oliveiros *et al.*, 2016). Los complejos cúmulus-ovocito fueron obtenidos de ovarios de cerdas prepúberes y madurados *in vitro* en medio PIG-IVM1-LYO (Embryocloud, Murcia) suplementado con FGF2, LIF e IGF1 (40, 20 y 20 ng/ml, respectivamente). Los ovocitos se electroporaron inmediatamente antes de la fecundación (FIV) con 3 concentraciones distintas de proteína Cas9 y guía (1x, 2x, 4x) como fue descrito anteriormente (Navarro-Serna *et al.*, 2022b) manteniendo un grupo control sin electroporar. Tras la FIV, los presuntos cigotos se cultivaron hasta día 6 post-inseminación (pi) en medio PIG-IVC-lyo (Embryocloud, Murcia). El día 2 pi se evaluó la tasa de primera división embrionaria y a día 6 pi la tasa de formación de blastocistos. Los blastocistos fueron congelados de forma individual y la tasa de mutación, mosaicismo, eficacia (blastocistos mutantes/ovocitos totales), mutación bialélica y número de alelos fueron evaluados mediante electroforesis capilar. Se realizó el análisis estadístico con el programa IBM SPSS versión 28.0 utilizando los test de Shapiro-Wilk y Krustal-Wallis ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de división fue significativamente mayor en los tres grupos electroporados en comparación con el control (1x:66,7%, 2x:62,7%, 4x:66,3% vs. 50,7%; $p < 0,05$), resultados ya vistos anteriormente y debido a la activación ovocitaria por el pulso eléctrico (Piñeiro-Silva *et al.*, 2024). La tasa de blastocistos fue menor en los grupos x2 y x4 en comparación con el control (18,7% y 16,9% vs. 27,8%; $p < 0,05$), siendo el grupo x1 (24,1%) similar al control, lo que sugiere toxicidad de los reactivos a altas concentraciones. La tasa de mutación fue similar para los tres grupos y superior al 70,6% (70,6-88,5%), al igual que el mosaicismo (79,2-95,7%) y la eficacia (13,9-17,0%). El número de alelos fue mayor en el grupo 4x que en el 1x (3,65 vs. 3,13; $p < 0,05$). La tasa de mutación bialélica fue de 0 en los grupos x1 y x2, mientras que de 13,0% en el grupo 4x. El grupo 4x es el que presenta mejores tasas de mutación bialélica, a iguales tasas de mosaicismo y eficiencia.

CONCLUSIÓN

Hemos conseguido producir embriones *GBJ2*-KO mediante electroporación de ovocitos con elevadas tasas de mutación, aunque se abre un reto para mejorar en la tasa de mosaicismo y la de mutación bialélica, ya que podría suponer un problema a la hora de la generación de animales editados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kenneson, A. *et al.* 2002. Genet Med Off J Am Coll Med Genet. 4: 258-74
- Navarro-Serna, S. *et al.* 2022a. Generation of gene edited pigs. Sustainable Agriculture Reviews 57.
- Navarro-Serna, S. *et al.* 2022b. Int J Mol Sci. 23(4): 2135
- Oliveiros, J.C. *et al.* 2016. Nucleic Acids Res. 14(W1): W267-W271
- Piñeiro-Silva, C. *et al.* 2024. Theriogenology. 218:126-136.

Agradecimientos: "Fundación Seneca" 22065/PI/22 y 22545/PDC/24; ID2020-113366RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y Contrato predoctoral UMU 2022 (R-496/2022).

MEJORA DE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN EL CONEJO TRAS LA SUPLEMENTACIÓN DEL DILUYENTE DE CONGELACIÓN CON QUERCETINA

Vicente-Carrillo^{1*}, A., Gimeno-Martos^{2,3}, S., Martín-San Juan⁴, A., Fernández-González¹, J., Jordán-Rodríguez², D., Heredia-Amil¹, M., Andrés-Alejandro¹, S., Lorenzo², P.L., Rebollar⁵, P., Álvarez-Rodríguez⁴, M., García-García², R.M. y Arias-Álvarez¹, M.

¹Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM; ²Fisiología, Facultad de Veterinaria, UCM;

³Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, UNIZAR; ⁴Reproducción Animal, INIA-CSIC; ⁵Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, UPM

*alevic05@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de la pérdida de calidad seminal durante la criopreservación es la oxidación celular, lo cual incrementa la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y produce daño espermático. Los antioxidantes como el flavonoide quercetina (QR) se pueden añadir a los medios de congelación, ya que ejercen un papel protector en la criopreservación seminal en especies domésticas (Abdelnour *et al.*, 2023). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con QR en los medios de criopreservación sobre la calidad seminal post-congelación en el conejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 conejos neozelandés x californiano, estabulados en el Dpto. de Producción Agraria de la UPM para elaborar un total de 10 *pools* de 2 eyaculados diferentes cada uno. Cada pool se dividió en 5 alícuotas que se diluyeron con un primer diluyente compuesto por 250 mM de Tris, 88 mM de citrato, 47 mM de glucosa, 20% de yema de huevo y QR (Merck-SIGMA) a 0, 25, 50, 100 o 200 μ M, que se enfriaron progresivamente hasta 5 °C durante 2 h. Posteriormente, se añadió el segundo diluyente de igual composición al primero con un 10 % de DMSO. Tras un periodo de equilibrado a 5 °C, las pajuelas se congelaron en vapores de N₂ líquido durante 20 min y posterior inmersión en el mismo. La descongelación se realizó a 37 °C durante 30 s. Se evaluaron los parámetros pre- y post-congelación de motilidad total, motilidad progresiva, VCL, VSL, VAP, STR y LIN mediante CASA (AI station, Spermtech) y de viabilidad e integridad del acrosoma con yoduro de propidio y PNA Alexa Fluor™ 488 Conjugate (ThermoFisher) mediante citometría de flujo (CytoFLEX B5, R3, V2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de 200 μ M de QR incrementó significativamente la motilidad total post-congelación respecto al control ($7,34 \pm 0,83$ vs. $11,43 \pm 1,13$ %; $p < 0,05$). El resto de los parámetros no mostraron diferencias significativas entre grupos experimentales. En estudios previos concentraciones de 2,5-750 μ M de QR incrementaron la motilidad espermática post-congelación en búfalo (El-Khawagah *et al.*, 2020), gallo (Siari *et al.*, 2022), caballo (Gibb *et al.*, 2013), perro (Kawasaki *et al.*, 2022), cerdo (Tvrdá *et al.*, 2020) y cabra (Mao *et al.*, 2018). Además, en otros estudios se ha observado que 200 μ M de QR mejora la motilidad espermática del conejo tras la refrigeración (Johinke *et al.*, 2014), lo que sugiere que 200 μ M de QR es beneficiosa en términos de motilidad en la conservación de semen de conejo. Sin embargo, se requieren más estudios para evaluar si esta mejora se traduce en incrementos de los resultados reproductivos en granja.

CONCLUSIÓN

La suplementación de los medios de congelación seminal en conejo con 200 μ M de quercetina mejora la motilidad espermática total post-congelación sin afectar ni a la viabilidad ni a la integridad del acrosoma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelnour, S.A. *et al.* 2023. *Reprod Domest Anim.* 58: 191-206.
- El-Khawagah, A.R.M. *et al.*, 2020. *Front Vet Sci* 7, 604460.
- Gibb, Z., *et al.* 2013. *Theriogenology* 79: 1001-1009.
- Johinke, D. *et al.* 2014. *Anim Reprod Sci* 151: 208-219.
- Kawasaki, Y. *et al.* 2022. *Cryobiology* 96: 50-54.
- Mao, T. *et al.* 2018. *Biol Trace Elem Res* 185: 344-355.
- Siari, S. *et al.* 2022. *Br Poult Sci* 63: 252-260.
- Tvrdá, E. *et al.* 2020. *Animals (Basel)* 10:1930.

Agradecimientos: Financiación: PID2022-138223OB-I00, PID2022-136561OB-I00 y Grupos UCM (920249). S. Gimeno-Martos disfrutó de un contrato Margarita-Salas (MICIU) y fondos UE-Next Generation. Los autores agradecen a B. Velasco Muñoz y J. García Martín su ayuda en granja.

LA ADICIÓN DE GLICEROL Y EL ENVASADO A TEMPERATURA AMBIENTE NO AFECTAN A LA CALIDAD DEL SEMEN DESCONGELADO DE CAPRINO

Esteve^{1,3*}, I.C., Pérez-Fuentes^{1,3}, S., Martínez-Talaván^{1,3}, A., Solaro¹, L., Mocé^{2,3}, M.L., Gómez^{1,3}, E.A. y Mocé^{1,3}, E.

¹CITA-IVIA. Segorbe (Castellón); ²PASAPTA, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Facultad de Veterinaria. Alfara del Patriarca (Valencia); ³Unidad Asociada UCH-CEU – IVIA

*esteve_in@gva.es

INTRODUCCIÓN

El protocolo de congelación de semen de caprino consta de varias etapas. Entre ellas se encuentran la adición de crioprotectores tras la refrigeración a 4 °C para minimizar la toxicidad del crioprotector, el equilibrado a 4 °C para mejorar la estabilización de membranas, y el envasado a 4 °C. Pero el equilibrado prolonga la duración del proceso y la adición del crioprotector y el envasado requieren que el técnico trabaje a baja temperatura, existiendo el riesgo del calentamiento de la muestra al manipular las pajuelas. Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar el protocolo de congelación estándar con procesos alternativos en los que la adición del glicerol (G) y el envasado se realizan a temperatura ambiente, antes de comenzar la etapa de refrigeración a 4 °C.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron eyaculados (n=19) de 8 machos cabríos adultos de raza Murciano Granadina, alojados en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA, Segorbe, Castellón). Cada eyaculado se dividió en tres alícuotas y se congelaron con diluyente leche desnatada-glucosa (0,2%; p:v)-G (7%; v:v) y tres protocolos distintos. Una se congeló con el protocolo estándar (C; refrigeración a 4 °C en 90 min, adición del G a 4 °C, equilibrado durante 90 min y envasado a 4 °C y congelación en vapor de nitrógeno), en las otras dos la adición de G y el envasado se realizaron a 20-22 °C y después se refrigeraron a 4 °C (Prueba, P). En una de ellas se mantuvo la fase de equilibrado después de refrigerar (Prueba 1; P1) y en la otra se eliminó esta etapa (Prueba 2; P2). Se analizaron los móviles totales (MT, %) y progresivos (MP, %), velocidad curvilínea (VCL, $\mu\text{m}/\text{sec}$), espermatozoides con membrana plasmática y acrosómica intactas (LAI, %) y espermatozoides vivos con mitocondrias funcionales (LMB, %) después de refrigerar y después de congelar-descongelar (protocolos de Mocé *et al.*, 2022). En las muestras refrigeradas, se analizaron los datos con la prueba t para muestras apareadas, comparando en el mismo eyaculado los 2 tipos de procesado (adición de glicerol y envasado a 20-22 °C o a 4 °C). Para los datos de calidad post-descongelación se realizó un ANOVA para las variables normales (según los tests Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov) comparando los tres protocolos y un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para las variables no normales. Se usó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XIX.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad de las muestras después de refrigerar fue similar ($p>0,05$): MT ($73\% \pm 2,44$ vs. $69\% \pm 2,91$), MP ($62\% \pm 3,21$ vs. $55\% \pm 3,29$), VCL ($127 \mu\text{m}/\text{sec} \pm 4,43$ vs. $123 \mu\text{m}/\text{sec} \pm 4,13$), LAI ($64\% \pm 2,37$ vs. $60\% \pm 2,68$) y LMB ($64\% \pm 2,38$ vs. $59\% \pm 2,40$) para C y P, respectivamente. Los tres protocolos de congelación proporcionaron calidad similar: MT ($44\% \pm 4,18$ vs. $40\% \pm 4,28$ vs. $40\% \pm 4,45$), MP ($34\% \pm 4,40$ vs. $28\% \pm 4,07$ vs. $29\% \pm 4,07$), VCL ($113 \mu\text{m}/\text{sec} \pm 5,43$ vs. $115 \mu\text{m}/\text{sec} \pm 5,07$ vs. $120 \mu\text{m}/\text{sec} \pm 5,82$), LAI ($43\% \pm 3,35$ vs. $46\% \pm 2,57$ vs. $42\% \pm 3,43$) y LMB ($41\% \pm 3,43$ vs. $42\% \pm 2,93$ vs. $39\% \pm 3,43$) para C, P1 y P2, respectivamente. Por tanto, la adición del G antes de la refrigeración a 4 °C no es nociva, al menos a la concentración utilizada. El envasado se puede hacer antes de refrigerar, mejorando las condiciones laborales de los técnicos y el equilibrado en esas muestras se puede eliminar (quizás porque se ha producido durante la fase de refrigeración), acortando 90 min el proceso.

CONCLUSIÓN

Es viable añadir el glicerol y envasar el semen de caprino antes de refrigerar a 4 °C, y eliminar la fase de equilibrado en esas muestras sin perjudicar la calidad del semen congelado-descongelado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mocé, M.L., Esteve, I.C., Pérez-Fuentes, S., Gómez, E.A., Mocé, E. 2022. Front. Vet. Sci. 9: 867671.

Agradecimientos: Financiado por GVA-IVIA y cofinanciado por la UE a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2021-2027 (proyecto AGROALIMVAL, IVIA-52201K), CIAPOT/2022/14, AGROALNEXT/2022/062 y AGROALNEXT/2022/063 y AMURVAL (contrato 71714).

VIDA PRODUCTIVA Y NÚMERO DE PARTOS EN VACAS ABERDEEN-ANGUS

Vaz^{1,2,3*}, P.S., Camiña², M., Cerqueira^{3,4,5}, J.L. y Araújo^{3,4,6}, J.P.

¹Aberdeen-Angus Portugal, Vinha Brava – Pq de Exp. B Este, Piso 0, 9701-861 Angra do Heroísmo;

²Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria – Univers. de Santiago de Compostela (USC);

³Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agro-alimentares e Sustentabilidade (CISAS), IPVC, Viana do Castelo, Portugal; ⁴Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal; ⁵Centro de Investigação em Ciência Animal e Veterinária (CECAV) e Laboratório Associado para Ciência Animal e Veterinária (AL4AnimalS), Portugal; ⁶Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA – IP Viana do Castelo, Portugal

*pedro.vaz@aberdeen-angus.pt

INTRODUCCIÓN

La longevidad es uno de los parámetros más importantes a considerar en el vacuno de carne por el impacto significativo que tiene en la rentabilidad de las ganaderías (Berry *et al.*, 2014). Se evalúa en base a la longevidad total (la duración de la vida de un animal) o de la longevidad productiva (periodo entre el primer parto y la muerte del animal por causas naturales o sacrificio), siendo también un indicador indirecto de la rentabilidad, la salud y el bienestar animal (Larracharte *et al.*, 2021; Wellnitz *et al.*, 2022). El número de partos de una hembra a lo largo de su vida y la edad en el primer parto son igualmente importantes indicadores reproductivos. El objetivo del trabajo consistió en analizar la longevidad total (LT) y la longevidad productiva (LP) de hembras Aberdeen-Angus en Portugal, su correlación con el número de partos (NP) y evaluar el efecto de la estación de nacimiento en la edad del primer parto (EP1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos productivos y reproductivos de 971 hembras nacidas en Portugal entre el año 2008 y el año 2022 y registradas en el Libro Genealógico Portugués de la Raza Aberdeen-Angus, con al menos un parto y que tuvieran terminada su vida productiva por muerte natural o sacrificio. Se evaluó el efecto de la estación de nacimiento de las hembras en la edad del primer parto con ANOVA y test de Tukey para comparar medias y determinar el coeficiente de correlación de Pearson entre la LT y la LP y el NP, con el programa SPSS (versión 28).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La LTI obtenida fue de $76,2 \pm 32,7$ meses, con un máximo de 183,5 y un mínimo de 18,3 meses. La LP fue de $45,4 \pm 32,6$ meses, con un máximo de 161,0 y un mínimo de 0,0 meses, correspondiendo a los animales que murieron en el parto. El NP fue de $3,6 \pm 2,50$ (máx=14; min=1). La EP1 se cifró en $30,8 \pm 6,9$ meses (máx=48,1; min=18,1), sin efecto de la estación de nacimiento ($p>0,05$). Con respecto a los partos, el 39,6% ocurrieron en otoño, el 28,5% en invierno, el 16,3% en primavera y el 15,6% en verano. Se observaron correlaciones significativas ($p<0,001$) entre el número y la longevidad total (0,91), así como con la longevidad productiva (0,94). La LP y el NP obtenidos son similares a los citados por Vaz *et al.* (2024), pero inferiores a los indicados por Oliveira *et al.* (2000) y Wellnitz *et al.* (2022). El número reducido de partos por hembra puede relacionarse con una fuerte presión de selección, pero creemos que sería conveniente incluir los motivos de descarte de los animales en futuros estudios.

CONCLUSIÓN

La vida productiva obtenida en este estudio ha sido inferior a la indicada por otros autores. No hubo efecto de la estación de nacimiento sobre la longevidad total o la productiva, pero sí una correlación elevada entre el número de partos y la longevidad total y productiva. El escaso número de años que la raza lleva en Portugal y el elevado número de animales exportados, limita la información reproductiva posterior, lo que puede condicionar estos resultados siendo necesario realizar más trabajos sobre este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Berry, D.P. *et al.* 2014. *Animal*, 8(s1) : 105-121; • Larracharte, A. *et al.* 2021. *Livestock Science* 250: 10460 • Oliveira H.R. *et al.* 2020. *Animals* 10: 2410. • Parish, J. 2010. Mississippi State Univ: Starkville, USA. • Wellnitz, K.R. *et al.* 2022. *Animals* 12: 2768. • Vaz, P.S. *et al.* 2024. XXIV Congresso Nacional de Zootecnia, 7 a 9 de noviembre de 2024, pág. 145-146.

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN GRANJAS DE CERDAS DE CAPA BLANCA: INTERVALO DESTETE-CELO (IDC) E INTERVALO DESTETE-CUBRICIÓN FÉRTIL (IDCF)

Sanz-Fernández^{1*}, S., Rodríguez-Hernández¹, P., Florido Alfaro¹, R., Alòs², N., Tusell², L., Quintanilla², R. y Rodríguez-Estévez¹, V.

¹Grupo AGR-287, Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba;

²Animal Breeding and Genetics Program, IRTA, Torre Marimon

*v22safes@uco.es

INTRODUCCIÓN

La reducción del intervalo entre partos es un factor clave para maximizar la productividad anual de las cerdas. Uno de los factores que influyen en éste es el intervalo destete-cubrición fértil (IDCF), dependiente del intervalo destete-celo (IDC) y la fertilidad, cuya reducción implica la de los días no productivos (DNP) y un aumento de la prolificidad del siguiente parto (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2010).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron datos de 506 granjas españolas de cerdas de capa blanca, con un censo total de 771.625 cerdas, incluidas en la base de datos BDPorc®. Se evaluó la evolución del IDCF según el número de partos de las cerdas, así como las diferencias de IDC e IDCF entre las granjas según su productividad. Para ello, las granjas se dividieron en cuatro grupos según su productividad anual (lechones destetados por cerda en producción y año), con el cuartil superior representando las granjas más productivas. Por último, utilizando el software IBM SPSS® 22, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), junto con test HSD Tukey, para analizar la distribución de las diferencias entre grupos de granjas, según el factor productividad anual, con al resto de los resultados productivos relacionados con la eficiencia reproductiva de las cerdas (Tasa de partos, % de repeticiones, ID1°C, IDC e IDCF) que pueden influir sobre los DNP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IDC medio fue de 4,9 días y el IDCF medio fue de 10,3 días. Las cerdas tras su primer parto presentaron un IDCF promedio de 12,03 días. Este valor fue disminuyendo progresivamente en los siguientes partos: 10,28 días en el segundo, 9,96 en el tercero, 9,35 en el cuarto, 9,24 en el quinto, 8,57 en el sexto y 8,34 días en cerdas con ocho o más partos. Estos resultados coinciden con lo descrito por Lavery *et al.* (2019), mostrando una mejora del retorno al celo fértil según número de ciclo.

La división por cuartiles de productividad mostró que las granjas más productivas tenían un IDC y un IDCF promedio de 4,76 y 8,05 días, respectivamente, mientras que en las granjas menos productivas este valor se elevaba hasta los 7,5 días de IDC y los 13,2 días de IDCF ($p < 0,05$). La optimización del IDC e IDCF tiene un impacto directo en la reducción de DNP y en la mejora de otros parámetros, como la tasa de partos y el porcentaje de repeticiones. Implementar estrategias para reducir el IDCF, como una mejor detección del celo, una óptima duración de la lactación y una adecuada nutrición, pueden mejorar significativamente la eficiencia de las explotaciones (Palomo, 2004).

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que alcanzar valores de IDC próximos a 4,7 días y de IDCF cercanos a 8 días, como los observados en las granjas con mayor productividad, puede ser un objetivo realista y útil como referencia para mejorar la eficiencia reproductiva en granjas de cerdas de capa blanca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lavery, A. *et al.* 2019. An association analysis of sow parity, live-weight and back-fat depth as indicators of sow productivity. *Animal* 13: 622-630
- Palomo, A. 2004. Días no productivos. *Avances en Tecnología Porcina*, Madrid
- Rodríguez-Estévez, V. 2010. El anestro y la infertilidad estacional de la cerda. Grupo Asís, Servet.

EFFECTO DEL ORÉGANO SECO EN LA PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GALLINAS AZUL EXTREMEÑA

Barraso, C., García-Gudiño*, J., Vázquez, F., García, D., Márquez, F. y García-Sánchez, A.

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, 06187 Guadajira, España

*javier.garciag@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Los extractos de plantas, conocidos como fitobióticos, han sido ampliamente estudiados en nutrición animal debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias (Cheng *et al.*, 2018; Zou *et al.*, 2016). El orégano (*Origanum vulgare*) es una lamiácea rica en carvacrol y timol (Malayo lu *et al.*, 2010), compuestos con efectos positivos en la salud intestinal y el rendimiento productivo. Además, contiene fitoestrógenos como apigenina y quercetina, que pueden modular la respuesta estrogénica en aves. Diferentes estudios han evidenciado que la inclusión de extractos vegetales en la dieta puede mejorar la producción avícola, optimizando la calidad del huevo y reduciendo la incidencia de enfermedades intestinales (Ivanov y Bozakova, 2022). Sin embargo, existe poca información sobre su impacto en parámetros reproductivos específicos, como la fertilidad y calidad seminal en aves autóctonas. Este estudio evaluó el efecto de la suplementación con orégano seco en la dieta de gallinas y gallos de la raza Azul Extremeña sobre la producción de huevos y los parámetros reproductivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 120 gallinas y 10 gallos de 48 semanas, alojados individualmente en jaulas de puesta sin climatización, los cuales recibieron agua y pienso *ad libitum*. Se distribuyeron en dos grupos: control (GC), alimentado con un pienso comercial, y experimental (OG), suplementado con un 2,5% de orégano seco durante 90 días (marzo-mayo). Se registraron la producción de huevos, fertilidad (por ovoscopia a los 18 días de incubación) e incubabilidad. En los machos, se evaluaron volumen y concentración seminal, viabilidad (tinción eosina-nigrosina), motilidad y anomalías espermáticas (tinción Diff-Quik). Los datos obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS (V23). Tras realizar la prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional con un intervalo de confianza del 95%. ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras 90 días de alimentación el grupo OG ($63,60 \pm 0,90$) mostró un aumento significativo en la producción de huevos respecto al GC ($59,10 \pm 0,719$) ($P < 0,05$). Sin embargo, la fertilidad, incubabilidad y los parámetros de calidad seminal no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$). Estos resultados sugieren que el orégano seco mejora la productividad en gallinas sin afectar la eficiencia reproductiva. Del mismo modo, los parámetros de calidad del semen no difirieron entre los dos grupos estudiados en términos de concentración, viabilidad, motilidad y anomalías del semen ($P > 0,05$).

CONCLUSIÓN

La suplementación con 2,5% de orégano seco en la dieta de gallinas Azul Extremeña incrementó la producción de huevos, sin modificar la fertilidad ni la calidad seminal. Son necesarios estudios adicionales para determinar el nivel óptimo de inclusión y los mecanismos de acción de sus compuestos bioactivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cheng, C., Xia, M., Zhang, X., Wang, C., Jiang, S., Peng, J. 2018. *Animals* 8(9): 159.
- Ivanov, V. y Bozakova, N. 2022. *JHED*, 266-271.
- Malayo lu, H., Baysal, S., Misirlio lu, Z., Cömert Acar, M., Yilmaz, H., Turan, N. 2010. *Br. Poult. Sci.*, 51, 67-80.
- Zou, Y., Xiang, Q., Wang, J., Peng, J., Wei, H. 2016. *BioMed Res Int*: 5436738.

Agradecimientos: Este trabajo está cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y la Junta de Extremadura.

CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA SEMINAL EN TOROS CHAROLESES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL

Benito^{1*}, A., Sarmiento², A., Montañés¹, M., Charef¹, S.E., Bodas¹, R., Vieira¹, C., Hernández¹, M., González¹, P., Cañete¹, A. y García¹, J.J.

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León; ²Universidad de Salamanca

*bendiaal@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El microbioma seminal desempeña un papel crucial en la fisiología reproductiva, aunque su impacto en la calidad espermática bovina aún no está esclarecido. Estudios recientes han identificado comunidades microbianas específicas en el semen de toros que podrían influir en la viabilidad espermática y la fertilidad (Yáñez-Ortiz *et al.*, 2022). Sin embargo, la relación entre microbiota y fertilidad varía según la raza y el sistema productivo, lo que subraya la necesidad de ampliar la investigación en diferentes poblaciones bovinas (Pilatzki *et al.*, 2021). Este estudio tiene como objetivo caracterizar las comunidades bacterianas predominantes en el semen de toros de raza charolesa y evaluar su posible asociación con la calidad seminal, contribuyendo así al conocimiento sobre el papel del microbioma en la fertilidad bovina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este trabajo se contó con 18 toros de raza charolesa (*Bos taurus*), con edades comprendidas entre los 4 y los 8 años y criados bajo idénticos sistemas de manejo extensivo, dentro del territorio de Castilla y León. Se tomó una muestra por animal, mediante electroeyaculación, durante el periodo otoñal. La calidad seminal se evaluó utilizando el sistema CASA, *Sperm Class Analyzer*® (SCA v.3.2.0), Microptic S.L., Barcelona, España, seleccionando el porcentaje de motilidad progresiva como parámetro principal. Según este valor, los animales se dividieron en dos grupos en función de la mediana (35,28%): 9 aptos (por encima) y 9 no aptos (por debajo). La extracción de ADN se realizó empleando el kit DNeasy PowerFood Microbial Kit (Qiagen, Germany). La secuenciación se desarrolló conforme a la "Biblioteca de secuenciación metagenómica 16S. Guía de preparación", según los protocolos de Illumina. Para llevar a cabo el análisis bioinformático se utilizó el paquete DADA2 incorporado en el software QIIME2. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y posteriormente el test de Kruskal-Wallis utilizando el software RStudio, considerando diferencias significativas si $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies más abundantes independientemente del grupo fueron en orden decreciente *Porphyromonas* sp., *Histophilus somni*, *Bacteroidales bacterium*, *Porphyromonas somerae* y *Corynebacterium cystitidis*, mientras que los géneros predominantes fueron *Porphyromonas*, *Streptobacillus* y *Helcococcus*. Se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos: *Erysipelotrichaceae bacterium* y *Peptostreptococcus* fueron más abundantes en toros aptos, mientras que *Campylobacter sputorum* y *Sphingomonas* predominaron en toros no aptos. Estos hallazgos sugieren que ciertas bacterias podrían influir en la calidad espermática lo que coincide con estudios previos. Por ejemplo, *C. sputorum* se ha asociado con metritis en vacas (Abay *et al.*, 2024), lo que respalda su posible impacto negativo en la fertilidad. Por el contrario, *Sphingomonas* se ha relacionado positivamente con la calidad seminal en otras especies (Yáñez-Ortiz *et al.*, 2022), aunque su mayor presencia en toros no aptos en este estudio indica que su papel podría variar entre especies. Estos resultados subrayan la complejidad de las interacciones entre el microbioma seminal y la fertilidad, destacando la necesidad de estudios adicionales.

CONCLUSIÓN

El microbioma seminal de toros charoleses presenta comunidades bacterianas específicas, cuya predominancia podría relacionarse con la aptitud reproductiva del animal. Si bien, para poder verificar estas diferencias será necesario realizar nuevos estudios contando con un mayor tamaño muestral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abay, M. *et al.* 2024. Microbial Pathogenesis 194: 106810
- Pilatzki, A. *et al.* 2021. Theriogenology, 167: 1-1
- Yáñez-Ortiz, I. *et al.* 2022. Animal Reproduction Science. 236: 106890.

Agradecimientos: Este estudio forma parte del proyecto REPROVAC financiado por fondos FEADER (008).

CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA SEMINAL EN TOROS LIMUSINES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL

Benito^{1*}, A., Sarmiento², A., Montañés¹, M., Charef¹, S.E., Bodas¹, R., Vieira¹, C., Hernández¹, M., González¹, P., Cañete¹, A. y García¹, J.J.

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León; ²Universidad de Salamanca

*bendiaal@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El impacto del microbioma seminal en la fertilidad bovina es complejo y depende tanto de la carga bacteriana como de las especies presentes. Algunas bacterias pueden afectar negativamente la calidad del semen, comprometiendo su viabilidad y funcionalidad (Kozioł *et al.*, 2022). Cualquier alteración en la función reproductiva del toro puede repercutir directamente en la eficiencia productiva del rebaño (King *et al.*, 2024). Dado que la rentabilidad de la ganadería de carne está estrechamente ligada a la fertilidad del semental, es fundamental identificar qué comunidades microbianas podrían influir en la calidad del eyaculado. Sin embargo, la relación entre el microbioma seminal y la calidad espermática sigue siendo poco comprendida. Este estudio tiene como objetivo caracterizar el microbioma del semen de toros limusines y evaluar su posible influencia sobre la motilidad espermática.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron un total de 46 muestras seminales procedentes de 46 toros (*Bos taurus*) limusines de 4 a 8 años de edad, sometidos a manejos similares en Castilla y León, durante los meses de otoño. El procedimiento de extracción fue la electroeyaculación. Una vez recogida la muestra, la calidad seminal se evaluó en las dos primeras horas post-extracción mediante el sistema CASA, *Sperm Class Analyzer*[®], (SCA v.3.2.0), Microptic S.L., Barcelona, España, considerando como principal parámetro de viabilidad el porcentaje de espermatozoides móviles progresivos (García-Paloma *et al.*, 2021). Paralelamente, una fracción del semen sin diluir se conservó a -80 °C para la posterior secuenciación del ADN microbiano mediante tecnología NGS. El proceso de extracción de ADN se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del kit DNeasy PowerFood Microbial Kit (Qiagen, Germany). La técnica de secuenciación se basó en los protocolos de Illumina, de acuerdo a la "Biblioteca de secuenciación metagenómica 16S. Guía de preparación". El tratamiento bioinformático se realizó utilizando el software QIIME2, concretamente el paquete DADA2. La matriz de datos se dividió en dos grupos a partir de la mediana de la motilidad progresiva: 23 aptos (motilidad progresiva por encima de la mediana) y 23 no aptos (motilidad progresiva inferior a la mediana). Los datos obtenidos se trataron con el programa RStudio, aplicando la prueba de Shapiro-Wilk y el test de Kruskal-Wallis con un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies más abundantes fueron *Histophilus somni*, *Porphyromonas cangingivalis*, *Porphyromonas somerae*, *Mycoplasmopsis bovigenitalium*, *Clostridiales bacterium* y *Actinobacillus seminis*. A nivel de género, los más comunes fueron *Porphyromonas*, *Fusobacterium*, *Bacteroides*, *Streptobacillus*, *Escherichia-Shigella* y *Parvimonas*. *Histophilus* y *Escherichia-Shigella* también resultaron ser los géneros más aislados en muestras seminales de toros bravos (Benito *et al.*, 2024). Existen otros trabajos en los cuales *Bacteroides* también fue uno de los géneros más abundantes (Kozioł *et al.*, 2022). La mediana de espermatozoides móviles progresivos fue de 48,70 %. No se observó ninguna relación entre la microbiota y la motilidad progresiva.

CONCLUSIÓN

A pesar de la variabilidad del microbioma seminal, *Histophilus*, *Escherichia-Shigella* y *Bacteroides* destacan como géneros predominantes en toros limusines. No se observó un impacto del microbioma predominante sobre la movilidad espermática, lo que sugiere que la calidad seminal podría depender de otros factores. Se requieren estudios adicionales para esclarecer el papel de la microbiota en la calidad seminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Benito, A. *et al.* 2024. • García-Paloma, J.A. *et al.* 2021. • King, E.H. *et al.* 2024. Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice E-Book 40(1): 19. • Kozioł J. *et al.* 2022. Theriogenology 182: 17-25.

Agradecimientos: El presente estudio está enmarcado dentro del proyecto REPROVAC financiado por fondos FEADER (008).

G E N É T I C A

DESEQUILIBRIO DE LIGAMIENTO, SELECCIÓN Y EL ÁLGEBRA DE VECTORES

Gomez-Raya*, L., Peiró-Pastor, R. y Rauw, W.M.

Carretera de la Coruña Km 7,5 20940 Madrid

*gomez.luis@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El desequilibrio de ligamiento es un parámetro indispensable para entender los cambios que se producen en los genomas de poblaciones bajo selección artificial o natural. Bulmer (1971) fue el primero en investigar el desequilibrio de ligamiento en poblaciones seleccionadas asumiendo un modelo infinitesimal con genes de efecto pequeño. Gomez-Raya *et al.* (2022) propuso el desequilibrio de ligamiento angular definido como el ángulo entre dos vectores construidos con valores genotípicos desviados de la media. El desequilibrio de ligamiento es total con estimas de ángulos de cero grados mientras ortogonalidad significa carencia de desequilibrio. El objetivo de este trabajo es investigar si el álgebra de vectores permite estimar el desequilibrio para SNPs de efecto grande dentro y entre cromosomas para individuos seleccionados para un carácter cuantitativo o para expresión de ARN. La motivación de este trabajo es saber si un número pequeño de individuos seleccionados para un carácter cuantitativo o de expresión de ARN puede utilizarse para estimar el desequilibrio de ligamiento angular.

MATERIAL Y MÉTODOS

En primer lugar, se construyen vectores de registros fenotípicos para un carácter cuantitativo. A continuación, y con el mismo orden de los individuos, se construyen vectores de SNPs de valores genotípicos desviados de la media. Se define el desequilibrio angular como el ángulo entre esos dos vectores y se calcula como el $\arccos$ de su producto escalar. Realizamos la siguiente simulación: 1) simulamos producción del peso del huevo para 20 gallinas de la raza Castellana Negra con secuencias alineadas al mapa de referencia g6a y con 25.211 SNPs en el cromosoma 22; 2) se escogen dos SNPs a frecuencias intermedias alejados entre sí y se añade y resta una desviación típica fenotípica a los homocigotos para alelos alternativos, respectivamente, y 3) se calcula el desequilibrio angular entre los SNPs en el grupo seleccionado del 20% (4 individuos). Este número tan bajo se hace pensando en las posibilidades de utilizar este sistema con datos de array expresión en los que el número de individuos es pequeño. La simulación se repite 1.000 veces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor medio del desequilibrio estimado entre el vector de valores peso del huevo y un SNP fue 80,5° (SD = 2,85). Estos resultados muestran que el desequilibrio angular ocurre entre vectores de valores fenotípicos y SNPs y que puede ser fácilmente estimado. El uso de vectores facilita la computación del desequilibrio angular al ser posible utilizar las mismas matrices que se usan en selección genómica para SNPs. Sin embargo, el vector de valores fenotípicos debe ser preajustado para efectos fijos. En individuos seleccionados, el desequilibrio angular entre los dos SNPs con efectos fenotípicos sobre el carácter de una desviación estándar fue ortogonal en algo menos del 40% de las réplicas. En dos de las réplicas el desequilibrio fue completo. Para un 37,5% de las réplicas el desequilibrio angular fue entre 60° y 0°. Para aplicaciones de este método con arrays de expresión de ARN, el número de individuos debe ser mayor. Un número bajo de individuos seleccionados resulta en una gran variabilidad en el muestreo de genotipos y consecuentemente en las estimas del desequilibrio angular.

CONCLUSIÓN

El desequilibrio angular de dos SNPs con efectos fenotípicos sobre el carácter y sujetos a selección fenotípica es detectable, pero requiere un número grande de individuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bulmer, M. 1971. *Am. Nat.*: 201-211 • Gomez-Raya, L., Rauw, W.M., Hess, A. 2022. WCGALP Rotterdam, The Netherlands. DOI: 10.3920/978-90-8686-940-4_816.

Agradecimientos: Agradecemos al personal de la finca El Encín su trabajo en el mantenimiento de las gallinas de razas españolas.

DERREGRESAR LOS CAMBIOS EN INFORMACIÓN DE LAS ESTIMACIONES SUCESIVAS DE VALOR DE CRÍA A LO LARGO DEL TIEMPO

Legarra^{1*}, A., VanRaden², P.M., Mantysaari³, E.A. y Sullivan⁴, P.G.

¹CDCB, Bowie, MD, USA; ²USDA, Beltsville, MD, USA; ³LUKE, Jokioinen, Finland;

⁴Lactanet, Guelph, ON, Canada

*andres.legarra@uscpcb.com

INTRODUCCIÓN

El método de pruebas derregresadas convierte (en general para un sub-conjunto de animales de interés) la estima del valor genético ((G)EBV) y de su (con)fiabilidad (Rel) en un pseudo-fenotipo (prueba derregresada, DRP) y un pseudo-número de registros (número de registros equivalente, ERC), de tal manera que un BLUP simplificado usando DRP y ERC “devuelve” los EBV y fiabilidades originales del subconjunto, sin necesitar el juego de datos original, condición llamada “reversibilidad”. En forma escalar, las ecuaciones son $erc = \alpha Rel / (1 - Rel)$ [equivalentemente $Rel = n / (n + \alpha)$] y $drp = \hat{u} / Rel$ con $\alpha = (1 - h^2) / h^2$. Estos DRPs y ERCs se usan para evaluaciones internacionales en Interbull, control de sesgo, o GWAS. En ocasiones es necesario separar la información de evaluaciones genéticas “temprana” (“p” de “partial”) de la “final” (“w” de “whole”), resultando en una DRP y ERC “intermedia” (“w-p”). Adicionando “p” y “w-p” debe resultar en GEBVs y Rel de “w”. No existe un método “matricial” (todos los animales juntos; e.g. Calus *et al.*, 2016) para extraer la información “intermedia”. Este trabajo compara dos ecuaciones escalares, una sugerida por VanRaden (2021) y una nueva propuesta por los autores. La propuesta de VanRaden no cumple reversibilidad (escalar), mientras que la nueva sí. Sin embargo, al ser escalares, ambas son aproximaciones y se comparan en un juego de datos de toros Jersey para recuento de células somáticas (SCS).

MATERIAL Y MÉTODOS

La ecuación de VanRaden (2021) primero obtiene los ERCs en cada momento $n_p = \alpha (Rel_p) / (1 - Rel_p)$ y $n_w = \alpha (Rel_w) / (1 - Rel_w)$, genera la fiabilidad de la información nueva como $Rel_{w-p} = (n_w - n_p) / (n_w - n_p + \alpha)$ y finalmente derregresa como $drp_{w-p} = GEBV_p + (GEBV_w - GEBV_p) / Rel_{w-p}$. Esta ecuación se usa en el test GEBV con el que Interbull verifica las evaluaciones genómicas nacionales (Sullivan, 2023).

La nueva ecuación propuesta genera los ERCs de cada momento de la misma manera, los DRPs con las ecuaciones $drp_w = \hat{u}_w / Rel_w$ y $drp_p = \hat{u}_p / Rel_p$ y finalmente $drp_{w-p} = (n_w drp_w - n_p drp_p) / n_{w-p}$. Se puede demostrar que la ecuación de VanRaden no cumple reversibilidad y esta sí. Sin embargo, las dos ecuaciones son muy parecidas, y Himmelbauer *et al.* (2023) observaron que, para detectar sesgo, la ecuación de VanRaden fue mejor, probablemente porque ambas son una aproximación al ser escalares y la aproximación de VanRaden compensa ese error.

El juego de datos consistió en 122 toros Jersey activos en diciembre de 2024, con GEBVs y fiabilidades para SCS en ese momento y en diciembre de 2021, con promedios de fiabilidad de 0.89 y 0.76 respectivamente. Se intentó reconstruir el GEBV (test de reversibilidad) mediante BLUP, a partir de dos “datos” por toro, los DRP, uno en 2021 y otro de 2022-2024, cada uno con sus respectivos ERCs. Se modelizaron los parentescos como no relacionados, o con genealogía (pero no con marcadores).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando los animales se asumen no emparentados, tanto la nueva propuesta como el método de VanRaden cumplen el test de reversibilidad. Cuando se utiliza una matriz de parentesco genealógica, cuantas más generaciones se consideran hacia atrás, menos se cumple la “reversibilidad” ya que la aproximación de considerar no parentesco es cada vez más falsa. Ambos métodos son igual de “malos” en ese sentido. Por ejemplo, remontar dos generaciones resulta en una correlación entre GEBV “final” y GEBV “reconstruido” (a partir de drp_p y drp_{w-p}) de 0.73, con un coeficiente de regresión de 0.57.

CONCLUSIÓN

Ambos métodos de derregresión escalares funcionan bien si se consideran los animales no emparentados, y son igual de incorrectos cuando se consideran parentescos. Necesitamos mejores métodos matriciales para derregresar GEBVs en intervalos temporales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calus *et al.* 2016. J. Dairy Sci. 99: 6403-6419.
- Himmelbauer *et al.*, 2023. J. Dairy Sci. 106: 9026-9043
- Sullivan 2023. Interbull Bull. 58: 7-16.
- VanRaden. 2021. Interbul Bull. 56: 65-69.

DETERMINISMO GENÉTICO DE LA SENSIBILIDAD A PERTURBACIONES AMBIENTALES DETECTADAS EN DATOS DE CONSUMO DE CERDOS

Tusingwiire¹, T., Garcia-Baccino^{2*}, C., Carillier¹, C., Ligonesche², B., Larzul¹, C. y Vitezica¹, Z.G.

¹GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31320, Castanet-Tolosan, Francia;

²NUCLEUS SAS, 7 Rue des Orchidées, 35650 Le Rheu, Francia

*c.garciabaccino@nucleus-sa.com

INTRODUCCIÓN

Los cerdos pueden estar expuestos a perturbaciones ambientales tales como enfermedades, altas temperaturas o prácticas de manejo, que afectan su bienestar y productividad. La resiliencia es la capacidad de un animal de verse mínimamente afectado o de recuperarse rápidamente de estas perturbaciones ambientales (Colditz y Hine, 2016). Dada la importancia de la resiliencia en los sistemas productivos modernos, es necesario desarrollar métodos de selección que contribuyan a su mejora. En los días estresantes, hay animales más o menos sensibles. Se puede detectar esa sensibilidad diferencial (resiliencia) en el consumo de los animales. Los datos proporcionados por los comederos electrónicos permiten analizar variaciones en el consumo diario y detectar diferentes perfiles de respuesta de los animales a las perturbaciones. En este trabajo se ha estimado la probabilidad de ocurrencia de una perturbación (p) empleando datos de consumo y evaluando el determinismo genético de la sensibilidad en tres líneas porcinas, con el objetivo de determinar si es posible seleccionar por este carácter.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron datos de consumo diario de alimento de 1.618 cerdos Landrace (LA), 2517 Large White (LW) y 3788 Piétrain (PI), recolectados en cinco granjas entre 2021 y 2023. Los animales fueron alojados en grupos de 10 a 14 y alimentados con un comedero electrónico. Luego de un período de adaptación de 7 días, se registró su consumo durante un promedio de 10 semanas.

Para estimar p para cada día, se utilizó el método presentado por Garcia-Baccino *et al.* (2021) y estos valores fueron incluidos como covariable (descriptor ambiental) en un modelo animal de norma de reacción. Se estimaron los componentes de varianza mediante el método AI-REML usando BLUPF90+ (Lourenco *et al.*, 2022). Finalmente, para cada línea de cerdos, se calcularon las heredabilidades y las correlaciones genéticas entre la ordenada al origen y la pendiente de la norma de reacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de p obtenidos permitieron identificar dos tipos de días: aquellos con baja probabilidad de estrés y aquellos con alta probabilidad. La proporción de días con alta probabilidad de estrés varió entre líneas, siendo mayor en LA (12,6 %) y PI (8,6 %), y menor en LW (4,2 %). El análisis genético mostró que la heredabilidad del consumo diario varía en función de p, con valores que van desde 0,17 a 0,25 en LW, de 0,12 a 0,17 en LA y de 0,10 a 0,24 en PI. La correlación genética entre la ordenada al origen y la pendiente fue moderada y negativa en LA y PI (-0,53 y -0,56, respectivamente) y muy baja en LW (0,06). Esto sugiere que seleccionar para reducir el consumo diario en condiciones favorables podría aumentarla sensibilidad en ambientes estresantes en LA y PI, mientras que el impacto en LW sería menor. Se obtuvieron valores por debajo de 0,7 para la correlación genética entre valores de cría en condiciones no estresantes (bajo valor de p) y en ambientes estresantes (valor p alto) lo que indica la presencia de interacción genotipo-ambiente en las tres líneas porcinas.

CONCLUSIÓN

La información recolectada de manera rutinaria empleando comederos electrónicos permite detectar perturbaciones en condiciones reales. Dado que la pendiente del consumo diario es heredable y puede emplearse como un indicador de sensibilidad, la selección por resiliencia es posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Colditz I.G. y Hine B.C. 2016. Anim. Prod. Sci 56: 1961-1983. • Garcia-Baccino, C.A. *et al.* 2021. Genet. Sel. Evol. 53: 1-14. • Lourenco, D. *et al.* 2022. WCGALP, Rotterdam, 1530-1533.

Agradecimientos: A la plataforma de bioinformática Genotoul Toulouse Occitanie, al financiamiento del Instituto Carnot France Futur Elevage (proyecto SHARP) y a SAS NUCLEUS por los datos.

TEMPERATURA CORPORAL COMO INDICADOR DE ROBUSTEZ EN LA FASE FINAL DE UN EXPERIMENTO DE SELECCIÓN DIVERGENTE EN RATONES

Formoso-Rafferty^{1*}, N., El-Ouazizi El-Kahia², L., Ojeda-Marín², C., Perdomo-González², D., Pérez-Cabal², M.A., Gutiérrez², J.P. y Cervantes², I.

¹Dpto. Producción Agraria, ETSIAAB, UPM; ²Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM

*nora.formosorafferty@upm.es

INTRODUCCIÓN

Los programas de selección buscan aumentar la productividad, incorporando otros caracteres como la homogeneidad. Ésta se relaciona con una reducción de los costes de manejo y la producción de lotes homogéneos (Hennessy, 2005). Un experimento de selección divergente para variabilidad del peso al nacimiento ha permitido demostrar que la selección para la homogeneidad mejora el tamaño de camada, la supervivencia fetal y embrionaria, al nacimiento, al destete, la fertilidad, la longevidad reproductiva y la eficiencia alimentaria, identificando signos de robustez y bienestar (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016a, 2016b, 2019, 2023). Este modelo de selección ya se está aplicando en especies ganaderas. El objetivo de este trabajo fue analizar la temperatura corporal de ratones de dos líneas divergentes como un indicador de robustez en esta población en la fase final del experimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron dos líneas divergentes para variabilidad ambiental de peso al nacimiento en ratón durante 36 generaciones: una línea de alta variabilidad (Alta) y otra de baja variabilidad (Baja). Estas líneas han dado lugar a un modelo de utilidad disponible para la comunidad investigadora (<https://www.ucm.es/otri/complutransfer-lineas-de-raton-de-laboratorio-divergentes-para-homogeneidad-y-robustez>). El modelo para realizar la valoración genética asume que la varianza ambiental es heterogénea y parcialmente bajo control genético (SanCristobal *et al.*, 1998) y para su resolución se utilizó el programa GSEVM (Ibáñez-Escriche *et al.*, 2010). Durante tres generaciones consecutivas de selección, se midió la temperatura corporal mediante termografía infrarroja (FLIR E6xt, emisividad 0,98 y distancia 0,50 m) en diferentes momentos: en reposo, en el apareamiento, a los 10 minutos, a las 24 horas y a los 19 días del apareamiento, en el parto, cuando se separa el macho de la hembra, y tras 10 minutos a las hembras. Se estudiaron las diferencias entre las líneas en los diferentes momentos de medición empleando el proc glm del programa SAS v 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos sexos se observaron temperaturas más altas a los 10 minutos del apareamiento, estabilizándose a partir de ese momento. La temperatura de los machos de Baja fue significativamente superior en la primera generación del presente estudio a los 19 días del apareamiento (35,26 °C vs. 33,87 °C) y en la separación (36,23 °C vs. 35,00 °C). En cuanto a las hembras, sólo se observaron diferencias significativas a los 10 minutos de separar el macho, obteniendo temperaturas más altas en las de Alta respecto a las de Baja (36,93 °C y 36,40 °C).

CONCLUSIÓN

El parto resultó un evento de reducción notable del estrés si se considera la temperatura corporal como un indicador, aunque sin diferencias significativas entre las líneas. Analizando los beneficios mostrados realizando este tipo de selección, se plantea la posibilidad de cambiar el objetivo de selección y mejorar el diseño experimental para seguir estudiando los beneficios de la uniformidad. Las líneas de ratón seleccionadas están aún disponibles como modelo animal para poder llevar a cabo estudios en diferentes campos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Formoso-Rafferty *et al.* 2016a. J. Anim. Breed. Genet. 133: 227-237 • Formoso-Rafferty *et al.* 2016b. Animal. 10(11): 1770-1777. • Formoso-Rafferty *et al.* 2019. Gen. Sel. Evol. 51: 27 • Formoso-Rafferty *et al.* 2023. J. Anim. Breed. Genet. 00: 1-9 • Hennessy *et al.* 2005. Am. J. Agric. Econ. 87(3): 600-609 • Ibáñez-Escriche *et al.* 2010. J. Anim. Breed. Genet. 127: 249-251 • SanCristobal-Gaudy *et al.* 1998. Genet. Sel. Evol. 30: 423-451 • SAS Inst. Inc. Cary NC, USA.

Agradecimientos: El estudio se ha financiado por un proyecto del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades: PGC2018-096198-A-100.

¿EXISTE INTERACCIÓN GENOTIPO-MODO DE ALIMENTACIÓN EN TRES LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS POR EFICIENCIA ALIMENTARIA?

Sánchez^{1,2*}, J.P., Cifuentes¹, L., Piles¹, M. y Pascual¹, M.

¹IRTA, Torre Marimón, 08140, Caldes de Montbui; ²Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Edif. C5, Campus de Rabanales, 14014 Córdoba

*juanpablo.sanchez@uco.es

INTRODUCCIÓN

En IRTA, desde hace unos 8 años, se desarrolla un experimento de selección por eficiencia alimentaria que implica a 3 poblaciones: RFI, seleccionada para reducir la desviación individual respecto al consumo esperado; ADGR, seleccionada para aumentar el crecimiento, pero medido sobre animales bajo restricción alimentaria; y GRP seleccionada para reducir la desviación promedio de jaula respecto al consumo esperado (Sánchez *et al.*, 2019). Desde 2023 se está desarrollando una comparación coetánea de estas tres líneas con una línea control (X) generada a partir de embriones que procedían de la población de origen común. El objetivo de esta comunicación es estimar parámetros genéticos de caracteres de crecimiento y consumo en las tres poblaciones seleccionadas, registrados por un lado usando comederos electrónicos (Sánchez *et al.*, 2024a) para medir el consumo individual, y por otro con comederos convencionales midiendo el consumo como promedio de la jaula. Estas estimas se usarán para interpretar las respuestas observadas (Sánchez *et al.*, 2024b).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de cada una de las tres poblaciones seleccionadas (aprox. 900 animales por línea) y de la línea X (524) se analizaron por separado en análisis bivariados de los cinco caracteres registrados individualmente durante el período experimental de comparación coetánea: Peso a los 38 días (P38); Ganancia Media Diaria Individual de animales alimentados con comedero electrónico (GMD_e) o con comedero convencional (GMD_c) y Consumo Medio Diario Individual registrado con comedero electrónico (CMD_e). Además del efecto sistemático de lote, los modelos incluyeron el efecto genético aditivo, el efecto de camada y el efecto de jaula, estableciéndose entre ellos la estructura de covarianzas que el diseño experimental permite identificar. Los modelos se resolvieron utilizando el programa gibbsf90+.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias (s.d.) de la distribución marginal posterior (MP) de las heredabilidades para P38 fueron 0,26(0,12), 0,27(0,12), 0,26(0,09) y 0,20(0,13) para las líneas ADGR, GRP, RFI y X respectivamente. Las correspondientes para CMD_e fueron: 0,24(0,14), 0,28(0,11), 0,18(0,12) y 0,20(0,12). Las MP de heredabilidad para crecimiento diario variaron considerablemente entre los dos modos de alimentación, siendo las estimas para GMD_e y GMD_c en las diferentes líneas: 0,28(0,20) y 0,18(0,09) para ADGR, 0,48(0,16) y 0,26(0,11) para GRP, 0,16(0,14) y 0,34(0,13) para RFI y 0,43(0,20) y 0,20(0,11) para la población control. Como se puede ver, a pesar de las importantes diferencias entre las MP, las elevadas desviaciones típicas posteriores (DTP) nos impiden declarar como estadísticamente diferentes las estimas en las dos condiciones. Las estimas de correlación genética entre GMD_e y GMD_c presentaron DTP muy elevados, para todas las poblaciones, excepto para la línea GRP, y no se puede definir el signo de la correlación. Las estimas fueron 0,31(0,62), 0,66(0,32), 0,23(0,63) y 0,26(0,65), para las líneas ADGR, GRP, RFI y X, respectivamente. Estas DTP, para las líneas ADGR, RFI y X suponen una incertidumbre que abarca todo el espacio paramétrico y para la línea GRP todo el rango de los valores positivos.

CONCLUSIÓN

La elevada incertidumbre en las estimas de los parámetros genéticos en las 4 líneas estudiadas no nos permite aceptar la hipótesis de que la interacción entre el genotipo y las condiciones de alimentación sea un factor relevante en la determinación genética de los caracteres estudiados; aunque tampoco podemos descartar que no lo sea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sánchez, J.P. *et al.* 2019. XLIV Symposium de Cunicultura de ASESCU, pp. 93-98
- Sánchez, J.P. *et al.* 2024a. Animal Open Space 3: 100074
- Sánchez, J.P. *et al.* 2024b. World Rabbit Congress., pp. 93-98.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto PID2021-128173OR-C21.

INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE GENÉTICO EN LA PROLIFICIDAD DE LA RASA ARAGONESA

Macías^{1*}, A., Martín¹, E., Laviña¹, A. y Varona², L.

¹ANGRA (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Rasa Aragonesa). C/ Cabañera Real, s/n 50800 Zuera (Zaragoza); ²Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza

*angel@rasaaragonesa.com

INTRODUCCIÓN

La prolificidad es uno de los caracteres de mayor importancia económica en la producción de ovino de carne y, tradicionalmente, se asocia con una heredabilidad baja (Altarriba *et al.*, 1998). En la Raza Aragonesa se ha localizado una mutación en el gen BMP15 (Monteagudo *et al.*, 2008) ligada a una mayor tasa de ovulación y prolificidad en las hembras heterocigotas. Sin embargo, las hembras homocigotas para esta mutación son infértiles. El importante efecto en el rendimiento reproductivo de la presencia del alelo mutado puede implicar modificaciones en cuanto a la regulación genética del carácter prolificidad con respecto a los individuos que no disponen de este alelo. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es evaluar la posible interacción genotipo-ambiente genético que pueda generar la presencia del alelo mutado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 6.865 registros de prolificidad procedentes de 1.833 ovejas no portadoras del alelo y 26.391 obtenidos de 6.180 ovejas portadoras. La prolificidad de las ovejas no portadoras fue $1,44 \pm 0,56$ y la de las ovejas portadoras fue $1,77 \pm 0,67$. Además, se dispuso de una genealogía de 16.910 entradas individuo-padre-madre. Los datos se analizaron mediante un modelo umbral bivariante que consideró la prolificidad en portadoras y no portadoras como caracteres diferentes potencialmente correlacionados. El modelo incluyó adicionalmente los efectos orden de parto, tratamiento hormonal y rebaño como efectos fijos y un efecto aleatorio permanente asociado a la oveja. El análisis se realizó mediante inferencia bayesiana utilizando el programa informático gibbsf90+ (Misztal *et al.*, 2018) a partir de una cadena única de 250.000 iteraciones después de descartar las primeras 50.000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis indicaron que la heredabilidad en las ovejas no portadoras fue más elevada, ya que las medias (y desviaciones típicas) posteriores fueron 0,092 (0,011) y 0,139 (0,031) para portadoras y no portadoras, respectivamente. Además, la media posterior de la correlación genética entre la prolificidad en portadoras y no portadoras fue +0,652 (0,117). La variabilidad genética presente en el carácter prolificidad en hembras no portadoras fue mayor que en este mismo carácter en hembras portadoras, por lo que existe una mayor capacidad de respuesta a la selección para prolificidad en las ovejas no portadoras. Pese a todo, la correlación genética fue alta y positiva, por lo que la selección para portadoras proporciona respuesta en no portadoras y viceversa.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio pueden indicar la presencia de una interacción genotipo-ambiente genético proporcionado por el genotipo del gen BMP15 para el carácter prolificidad en la Raza Aragonesa. Estos resultados deben confirmarse con una muestra más amplia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Altarriba, J., Varona, L., García-Cortés, L.A., Moreno, C.J. 2008. Anim.Sci. 76: 23-28. • Monteagudo, L.V., Ponz, R., Tejedor, M.T., Laviña, A., Sierra, I. 2009. Anim. Rep. Sci. 110: 139-146. • Misztal, I., Tsuruta, S., Lourenco, D.A.L., Masuda, Y., Aguilar, I., Legarra, A., Vitezica, Z. 2018. Manual for BLUPF90 family programs. University of Georgia.

Agradecimientos: Los autores agradecen a ANGRA (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Rasa Aragonesa) la disponibilidad de los datos utilizados.

INFLUENCIA FUNCIONAL DE LA HIPÓFISIS EN EL DESARROLLO DE LECHONES IBÉRICOS EN RESPUESTA A ESTRÉS TÉRMICO INTRAUTERINO Y SUPLEMENTACIÓN MATERNA CON ANTIOXIDANTES

Vázquez-Ortego^{1*}, P., Núñez¹, Y., García¹, F., Laviano², H., Magro², A., Escudero², R.M., Sánchez-Esquiliche³, F., de las Heras-Molina², A., Óvilo¹, C., García-Casco⁴, J.M. y Muñoz¹, M.

¹INIA-CSIC, Ctra. La Coruña, km 7,5, 28040 Madrid; ²Facultad de Veterinaria, UCM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid; ³Sánchez Romero Carvajal Jabugo SA, 21290 Huelva;

⁴Centro de I+D en Cerdo Ibérico, INIA-CSIC, 06300 Zafra, Badajoz

*pedro.vazquez@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El ambiente prenatal es fundamental para el posterior desarrollo, salud y crecimiento del individuo. El estrés térmico intrauterino es una situación cada vez más frecuente y que, junto al estrés oxidativo, tienen un impacto negativo sobre el peso al nacimiento, crecimiento y desarrollo de lechones (Johnson *et al.*, 2020). El sistema nervioso central tiene un papel clave en la regulación de la temperatura corporal, integra la información sensorial y coordina respuestas para el mantenimiento de la homeostasis (Tan y Knight, 2018). Por tanto, el objetivo de este trabajo consiste en analizar el transcriptoma de hipófisis de lechones ibéricos sometidos a estrés térmico intrauterino y cuyas madres, como posible estrategia aliviadora, recibieron suplementación perinatal con antioxidantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se basa en dos ensayos, uno en el que la gestación de las cerdas se desarrolló de noviembre a marzo (TN: termoneuro; $T_{media} = 9,03,7^{\circ}C$) y otro desde mayo a septiembre (HS: estrés térmico; $T_{media} = 23,74,3^{\circ}C$), en los que se distribuyeron 72 cerdas ibéricas en 3 grupos ($n=24$) según el tipo de dieta que recibieron desde el día 50 de gestación hasta el destete: a) C: dieta control con 100 IU/kg de vitamina E (all-rac acetato de alfa tocoferol) y minerales (Mn, Zn, Cu, Se) siguiendo las recomendaciones FEDNA 2013, b) VE: dieta control con 200 IU/kg de vitamina E y c) M: dieta con los minerales aportados en un 45%-100% en forma orgánica para favorecer su absorción. Se sacrificaron 48 y 60 lechones en los ensayos HS y TN, respectivamente, de aproximadamente 21 días de edad con pesos extremos, pequeños (0,980,12 kg) y grandes (1,510,11 kg) en igual proporción, elegidos con un reparto homogéneo entre sexos y entre los 3 grupos según la dieta materna (C, VE, M). Se tomaron muestras de hipófisis de estos lechones, a las que se les extrajo el ARN total para su secuenciación por RNAseq. Las secuencias, previamente evaluadas y filtradas con FastQC-Trimomatic, se analizaron siguiendo el pipeline Hisat2-HTseq-counts-DEseq2 y con el genoma porcino Sscrofa11.1 como referencia. Se consideraron como genes diferencialmente expresados (DEGs) aquellos con un $q\text{-value} < 0,1$ y $|\text{fold-change}| \geq 1,2$. Finalmente, se hizo un análisis funcional empleando el método de enriquecimiento funcional GSEA (Gene Set Enrichment Analysis).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de expresión génica diferencial permitió identificar 819 DEGs al comparar entre los lechones de ambos ensayos, 798 DEGs al comparar entre machos y hembras, y 2 DEGs al comparar los 3 grupos experimentales según la dieta materna. En el caso del ensayo HS, se obtuvieron 100 DEGs al estudiar individuos grandes y pequeños de ambos sexos, y 314 DEGs al analizar exclusivamente hembras grandes y pequeñas. Finalmente, se han identificado funciones biológicas y rutas, relacionadas con la función inmune o la señalización en respuesta estímulos, en las que participan los genes diferencialmente expresados, como *IFI6*, *SZT2* o *PIK3CG*.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que, a diferencia de la suplementación perinatal, la temperatura ambiental durante el periodo de gestación afecta a la expresión génica en la hipófisis de los lechones. Además, los lechones desarrollados bajo estrés térmico con distinto peso al nacimiento presentan diferencias de expresión que no se observan en condiciones de termoneutralidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Johnson, J.S. *et al.* 2020. *Theriogenology* 154:110-9. • Tan y Knight 2018. *Neuron* 98:31.

Agradecimientos: Ayudas PID2022-139367OB-C21 y PREP2022-000441 financiadas por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 (FEDER/UE, FSE+). Además, no hubiera sido posible sin la colaboración y apoyo de El Dehesón del Encinar, IRIAF, Junta de Castilla-La Mancha.

EVALUACIÓN GENÉTICA DE MASTITIS CLÍNICA EN VACUNO DE LECHE ESPAÑOL

Pérez-Cabal^{1*}, M.A., López-Paredes^{2,3}, J., Cervantes¹, I., Gutiérrez¹, J.P. y Charfeddine², N.

¹Departamento de Producción Animal, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, Spain;

²CONAFE, Confederación de Asociaciones de Frisona Española, 28340 Valdemoro, Spain;

³NOREL, S.A., 28007 Madrid, Spain

*mapcabal@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

La selección por resistencia a mastitis en las vacas españolas se realiza de forma indirecta desde 2003 incluyendo el recuento de células somáticas (RCS) en el índice ICO. CONAFE registra datos de salud desde 2015, entre los que se encuentra la salud de ubre, mediante el proyecto I-SA (Charfeddine *et al.*, 2018) y trabaja en la implementación de la evaluación genética de caracteres de salud siguiendo las indicaciones de EuroGenomics (<https://www.eurogenomics.com/>). Los objetivos de este trabajo fueron estimar los parámetros genéticos de caracteres de mastitis clínica (MC) y RCS y comparar las valoraciones genéticas de los caracteres de MC obtenidos con análisis unicarácter y bicarácter (MC-RCS).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 6 caracteres diferenciados de MC y RCS, definidos por lactación (1, 2, y ≥ 3 lactaciones) y periodo de lactación (≤ 68 días y > 68 días), de acuerdo con el Golden Standard para la salud de ubre de EuroGenomics (EuroGenomics, 2022). El archivo final contenía 97.979 registros de 59.772 vacas en 262 rebaños. El pedigrí estuvo formado por 162.904 animales de 10 generaciones. La estimación de parámetros genéticos se realizó usando ASReml-R 4.2 (Butler *et al.*, 2023). La comparación de la evaluación unicarácter frente a la bicarácter se realizó mediante la correlación de Spearman entre valores genéticos (EBV) de 1.380 toros con al menos 10 hijas. La fiabilidad de los EBV se calculó con los errores estándar estimados usando metodología Bootstrap con 1.000 réplicas (Efron and Tibshirani, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los caracteres de MC presentaron una heredabilidad baja (0.01-0.05) mientras que la de los de RCS fueron más altas (0,06-0,16), como se esperaba. Las correlaciones genéticas estimadas entre los caracteres de MC y RCS también fueron acordes con la literatura y, además, confirmaron que el RCS es un buen indicador de MC hasta la segunda lactación. La fiabilidad de los EBV de MC de toros utilizando el análisis unicarácter se estimó entre el 6% y el 30%, mientras que añadiendo la información adicional de RCS, con mayor heredabilidad (21-52%), aumentó considerablemente, como también encontraron otros autores (Zavadilová *et al.*, 2020). A la vista de las correlaciones entre rankings de toros, los análisis bicarácter ayudan más a descartar los peores toros que a elegir los mejores.

CONCLUSIÓN

Se recomienda hacer evaluaciones genéticas de MC utilizando un análisis multicarácter diferenciando caracteres entre MC en primera y segunda lactación, y por periodos de lactación (MC temprana, MC después del pico de lactación). Incluir la información del RCS en la primera lactación incrementa considerablemente la fiabilidad de los valores genéticos predichos para MC, aunque el ranking de toros pueda variar debido a la baja heredabilidad de los caracteres de MC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Butler, D.G. *et al.* 2023. ASReml-R Reference Manual Version 4.2. VSN International Ltd., Hemel Hempstead, HP2 4TP, UK. • Charfeddine, N. *et al.* 2018. Book of Abstracts 69th EAAP Annual Meeting, Dubrovnik, Croatia, p 197. • Efron, B. y R. Tibshirani. 1986. Stat. Sci. 1: 54-75. • EuroGenomics. 2022. <https://www.eurogenomics.com/golden-standards.html> • Krzywicki, K. 1979. Meat Sci. 3: 1-9. • Zavadilová, L. *et al.* 2020. J. Anim. Sci. 65:463-472.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación a los contratos FEI17/68 y 86/2021 UCM-CONAFE.

BASE GENÉTICA DE LA RESPUESTA AL COMPLEJO RESPIRATORIO PORCINO

Laghoudaouta*, H., Fraile, L. y Pena, R.N.

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida – AGROTECNIO-CERCA Center, Lleida

*hoda.laghoudaouta@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El complejo respiratorio porcino es la consecuencia de una infección polimicrobiana, usualmente causada por una combinación de virus y bacterias (Assavacheep y Thanawongnuwech, 2022), de muy difícil control en la práctica. En nuestro entorno, una coinfección muy común es la del virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRSv) acompañada de *Streptococcus suis* (*S.suis*) o *Actinobacillus pleuropneumoniae* (*APP*). Los animales criados bajo las mismas condiciones presentan diferentes respuestas a la infección, sugiriendo una posible componente genética de la respuesta del huésped, y por consecuencia, la posibilidad de su mejora mediante selección. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue investigar la base genética de la respuesta al complejo respiratorio en cerdos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 160 cerdos de tres lotes de una granja de cerdas comercial con una infección diagnosticada de PRRSv x (*S.suis* o *APP*) en su pirámide de producción. Los cerdos que murieron durante los brotes clínicos o que permanecieron en enfermerías durante la cría y no llegaron a su objetivo de crecimiento fueron considerados casos ($N = 80$). Los cerdos que obtuvieron un crecimiento óptimo (5% superior) fueron considerados controles ($N = 80$). Se secuenciaron los casos y controles con lecturas pareadas mediante NovaSeq 6000 (Illumina, San Diego, CA) a una cobertura media de 4,8X (SD 3,7X). Tras realizar un control de calidad de los genotipos con el software PLINK (Chang *et al.*, 2015), se llevó a cabo un análisis de asociación genómico entre la clasificación (caso/control) y las variantes (7,8 M), ajustando por la matriz de parentesco genómico y el efecto lote (3 niveles) con el software GEMMA (Zhou y Stephens, 2012). Variantes con un p -valor $\leq 1E-6$ se consideraron asociadas. Se anotaron los genes situados a 0,5 Mb de la variante más significativa de cada región mediante Biomart, y se realizó un análisis funcional de los genes usando la base de datos DAVID y una búsqueda bibliográfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de asociación genómico para la respuesta al complejo respiratorio identificó 37 variantes en 11 regiones genómicas en los cromosomas (SSC) 2, 3, 4, 7, 8, 10, y 14. Se detectaron genes candidatos involucrados en la respuesta a infecciones previamente descritos para el PRRSv (*DDX24*, *IFI27*, *UCLH5*, *BECN2*, *MAP1LC3C*, y *RO60*). Se identificaron, también, genes de familias con funciones importantes para la respuesta inmune, por ejemplo, DEAD-Box Helicase (*DDX*) y los reguladores de la señalización de proteína G (*RGS*). Además, las regiones genómicas en SSC8 (128,7-129,7 Mb), SSC7 (115,3-116,3 Mb) y SSC10 (15,0-16,2 Mb) han sido previamente asociadas con la resiliencia general en otras poblaciones de cerdos (Laghoudaouta *et al.*, 2024; Mancin *et al.*, 2024). Los resultados sugieren la presencia de una componente genética poligénica en la respuesta de los cerdos al complejo respiratorio, principalmente regulada por genes relacionados con la respuesta inmune.

CONCLUSIÓN

El estudio de asociación genómica permitió mostrar la componente poligénica de la respuesta al complejo respiratorio porcino. Las regiones detectadas solapan con regiones que fueron asociadas anteriormente con la resiliencia en cerdos, corroborando sus efectos en la respuesta inmune y la resiliencia. Por otra parte, se detectaron genes candidatos relevantes cuya caracterización y validación en otras poblaciones está prevista para confirmar los efectos encontrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assavacheep, P. y Thanawongnuwech, R. 2022. Front. Vet. Sci. 9: 1048861
- Chang, C.C., *et al.* 2015. Gigascience 4: 7
- Laghoudaouta *et al.* 2024. J. Anim. Breed. Genet. 142: 79-91
- Mancin, E., *et al.* 2024. BMC Genomics 25: 1128
- Zhou, X. y Stephens, M. 2012. Nat. Genet. 44: 821-824.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y Fondos FEDER ("ERDF A way of making Europe"; grant PID2021-124149OB-I00).

¿QUÉ TANTO SE PARECEN LOS ANIMALES CLONADOS?: VARIABILIDAD MITOCONDRIAL EN CABALLOS DE POLO PRODUCIDOS POR TÉCNICAS DE TRANSFERENCIA NUCLEAR

Aranda¹, L.F., Arjona¹, M.Y., Labanca¹, M., Trigo³, P., Sánchez^{1,2}, J.P., Molina¹, A. y Demyda-Peyrás^{1*}, S.

¹Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Edif. C Campus de Rabanales, 14001 Córdoba;

²IRTA, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona;

³Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

CCT CONICET La Plata. Calle 118 s/n La Plata 1900 Argentina

*sebas@uco.es

INTRODUCCIÓN

En la Argentina existe una industria centrada en la producción de caballos de polo clonados mediante el uso de técnicas de transferencia nuclear de células somáticas. Datos no oficiales, estiman ya la existencia de más de mil caballos clonados, con una tendencia al aumento de manera exponencial. Si bien la mayoría de los criadores cree que los animales producidos por estas técnicas son idénticos al animal fundador desde el punto de vista genético, esto en la práctica no es así. Durante el proceso de producción de los animales, el ADN nuclear del animal fundador es introducido por técnicas de micromanipulación dentro de ovocitos enucleados, que aportan su maquinaria metabólica para el desarrollo del embrión, incluidas sus propias mitocondrias. El resultado de este proceso es que todos los animales clonados utilizando esta técnica poseen un ADN mitocondrial diferente al del animal fundador. El objetivo de este estudio es caracterizar los perfiles genómicos del ADN mitocondrial de caballos de polo argentino producidos por transferencia nuclear, como un primer paso para determinar el posible efecto fenotípico de esta situación genética.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de pelo de 67 animales de polo argentino, incluyendo 8 animales fundadores y 59 animales clonados. De dichas muestras se realizó una extracción de ADN utilizando un kit comercial (Tiaris Biociencias, Spain). La integridad del ADN fue luego evaluada mediante espectrofotometría (Nanodrop™) y gel de agarosa al 1%. Aquellas muestras con calidad suficiente fueron secuenciadas utilizando la tecnología de "short reads" de Illumina™ en las instalaciones de Neogen (Ayr, Escocia). Los resultados fueron procesados utilizando una pipeline bioinformática desarrollada por nuestro grupo de trabajo en la plataforma R, que incluyó el uso de diversos programas, incluyendo BWA (alineación), SAMTOOLS y BCFTOOLS (data handling) y PICARD (data cleaning). Las secuencias fueron finalmente alineadas a la versión EQU CAB3.0 del genoma del caballo obteniéndose la secuencia mitocondrial completa de todos los animales. Finalmente, estudios filogenéticos y de divergencia fueron realizados en la plataforma R utilizando los paquetes APE, PHANGORN y BIOSTRINGS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demuestran un amplio grado de divergencia entre el perfil mitocondrial de los animales fundadores y el obtenido de sus clones. Si bien la variabilidad existente en el perfil genético mitocondrial de los animales de Polo Argentino es grande, lo cual se explica por su origen abierto, solo el 12% de los animales clonados mostraron un perfil genético similar al de sus fundadores. En el mismo sentido, la variabilidad mitocondrial observada entre animales originados en un mismo fundador fue también alta. Los principales perfiles genéticos observados en el análisis filogenético fueron compatibles con caballos criollos argentinos, caballos cuarto de milla, caballos puros de carrera (TB) y caballos sin raza asignada. De la misma manera, se observó una alta variabilidad en variantes genéticas asociadas a diversos genes presentes en el genoma mitocondrial entre los individuos y sus fundadores.

CONCLUSIÓN

Este es el primer trabajo que aborda la variabilidad mitocondrial existente en caballos clonados. Nuestros resultados revelan una amplia variabilidad en los perfiles genéticos mitocondriales entre los animales, que podrían verse asociados a diferencias en el fenotipo de los animales. Si bien los caballos de polo clonados tienen una baja tasa de éxito deportivo, son necesarios estudios adicionales para determinar cuál es el verdadero efecto fenotípico de este tipo de animales producidos por técnicas de ART s.

Agradecimientos: El grupo de trabajo agradece a todos los criadores que han provisto voluntariamente de muestras de animales para su análisis.

INTERACCIONES ENTRE EL MICROBIOMA Y EL METABOLOMA INTESTINAL EN UN MODELO PORCINO DE ESTRÉS SOCIAL PROLONGADO

Río-López^{1*}, R., Vourlaki¹, I.T., Clavell-Sansalvador², A., Valdés³, A., Padilla¹, L., García-Gil⁴, J., Xifré⁵, X., Ballester², M., Quintanilla², R., Dalmau², A. y Ramayo-Caldas², Y.

¹IRTA, Monells, Girona; ²IRTA, Torre Marimon, Barcelona; ³CIAL-CSIC, Madrid

⁴IDIBGI, Girona; ⁵TargetsLab, UdG, Girona

*raquel.rio@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La exposición prolongada a agentes estresantes es un factor de riesgo para la salud, ya que su impacto en el eje intestino-cerebro se asocia a diversos trastornos. Los avances en tecnologías ómicas, como la metagenómica y la metabolómica, han permitido progresar en la investigación de estos efectos. Aunque se han establecido vínculos entre el estrés, la composición microbiana y los metabolitos plasmáticos, son escasos los estudios que integran los datos del microbioma y el metaboloma fecales. Este estudio tiene como objetivo analizar la influencia del estrés social prolongado en las interacciones entre el microbioma intestinal y sus productos metabólicos en cerdos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se generó el perfil del microbioma de 60 cerdos Duroc de 2 meses de edad asignados durante el periodo de engorde a los grupos estrés (n=30) y control (n=30). El perfil taxonómico se generó con Sylph (Shaw y Yu, 2024), el ensamblado de genomas (MAGs) con nf-core/mag 3.3.0 (Krakau *et al.*, 2022) y la anotación funcional con DRAM (Shaffer *et al.*, 2020). La predicción de perfiles metabólicos se realizó utilizando mNODE (Wang *et al.*, 2023), enfocándose en 11 metabolitos previamente reportados como discriminantes entre los grupos experimentales (Río-López *et al.*, 2024). Para ello, se utilizaron cuatro tablas de abundancia microbiana a diferentes niveles: (1) género, (2) especie, (3) MAGs, y (4) genes microbianos. La metodología mNODE propone la métrica "susceptibilidad" para inferir interacciones entre el microbioma y los metabolitos. Esta susceptibilidad se cuantifica como $= \frac{1}{\Delta}$, donde Δ es la desviación en la predicción de la concentración del metabolito y es la perturbación en la abundancia de la especie microbiana. Un valor negativo indica que una mayor abundancia microbiana reduce la concentración del metabolito, lo que sugiere su consumo. En cambio, un valor positivo sugiere que el metabolito pueda ser producido por la especie microbiana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que la precisión de las predicciones de los metabolitos variaba según el compuesto. El 2-acetamidofenol y el ácido eláidico, más abundantes en el grupo control, mostraron predicciones particularmente confiables en los cuatro perfiles analizados. Se detectaron, además, diferencias en función de las tablas de abundancia utilizadas. Las predicciones basadas en la abundancia de géneros bacterianos mostraron una correlación promedio de 0,69, mientras que a nivel de especie fue de 0,47. El rendimiento predictivo basado en MAGs fue de 0,43, y el de un conjunto de 64 genes microbianos de 0,51. La integración de este conjunto de genes incrementó la capacidad predictiva de la serotonina ($r=0,73$). Este enfoque también mejoró la precisión del análisis discriminante, del 79,72% al 91,06%. Los valores de susceptibilidad revelaron, a todos los niveles, patrones divergentes entre los metabolitos más abundantes en el grupo control (serotonina y 2-acetamidofenol) y xantosina (indicadora de estrés), sugiriendo una relación inversa en las interacciones microbioma-metabolismo de estos compuestos.

CONCLUSIÓN

El estrés social prolongado en los cerdos conlleva cambios en la composición del metagenoma y el metaboloma fecales, reflejando potenciales biomarcadores de bienestar. Estos hallazgos subrayan el potencial de los enfoques multi-ómicos para identificar biomarcadores y una mejor comprensión de las interacciones entre el microbioma y sus productos metabólicos en el contexto del estrés social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Krakau, S. *et al.* 2022. NAR Geno Bioinfo 4(1): lqac007. • Shaw, J. t Yu, Y.W. 2024. Nat Bio: 1-12. • Río-López *et al.* 2024. XXI RNMGA, Cartagena. • Shaffer, M. *et al.* 2020. Nucleic Acids Res 48(16): 8883-8900. • Wang, T. *et al.* 2023. Nat Mach 5(3): 284-293.

Agradecimientos: Agencia Estatal de Investigación (PID2021-126555OB-I00). RRL es beneficiaria de un contrato doctoral (2024 FI-1 00034) financiado por AGAUR-FI. ACS es beneficiario de un contrato (PRE2022-101829). YRC es beneficiario de un contrato Ramón y Cajal (RYC2019-027244-I).

RESPUESTA INFLAMATORIA EN MACHOS DE DOS LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIABILIDAD AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE LA CAMADA

Serrano-Jara*, D., Argente, M.J. y García, M.L.

Instituto CIAGRO-UMH, 03312 Orihuela

*d.serrano@umh.es

INTRODUCCIÓN

La capacidad de adaptación al medio es uno de los principales aspectos relacionados con el bienestar animal. El conejo es un animal muy sensible al estrés por altas temperaturas. La susceptibilidad al estrés puede traducirse en la predisposición al desarrollo de enfermedades. La inflamación constituye la respuesta fisiopatológica ante un proceso infeccioso o daño tisular. El factor necrótico tumoral alfa (TFN- α) y las proteínas de fase aguda, como la proteína C-reactiva (CRP), constituyen buenos biomarcadores inflamatorios. Los niveles de estos biomarcadores se relacionan con la gravedad del proceso inflamatorio y la enfermedad. El objetivo del presente estudio fue valorar los niveles de TFN- α y CRP durante las estaciones de invierno y verano en machos de dos líneas de conejo seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los procedimientos experimentales han sido aprobados por la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat Valenciana con código 2022/VSC/PEA/0226. El estudio se desarrolló en la granja de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández. Las instalaciones utilizadas fueron de ambiente controlado, fotoperiodo de 16:8 y alimentación *ad libitum* con un pienso comercial.

Se utilizaron 40 (TFN- α) y 18 (CRP) machos (50% por línea) de la generación 17 de un experimento de selección divergente por variabilidad del tamaño de camada (líneas HO y HE). La edad de los conejos fue de entre 4,5 y 10 meses y el peso medio de 3,53 kg. Se tomaron dos muestras de sangre de cada uno de los machos. La primera muestra se tomó en septiembre, en condiciones de estrés térmico. La segunda muestra se tomó en febrero, en condiciones de confort térmico. Las muestras (3 ml) se obtuvieron de la arteria auricular y central a primera hora de la mañana. Posteriormente, la muestra fue centrifugada a 4.000 rpm durante 20 minutos para la extracción del suero sanguíneo, que se conservó a -80 °C hasta su posterior análisis en el laboratorio. Se determinaron los niveles de TFN- α y CRP mediante kits Elisa. Para el análisis estadístico, se utilizó un modelo que incluyó el efecto de línea-estrés (4 niveles: Línea HO-estrés, HO-confort, HE-estrés, HE-confort), el peso como covariable y el animal como efecto aleatorio. Se utilizó el programa Rabbit.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La línea HO presentó niveles más bajos de TFN- α que la línea HE bajo estrés térmico (56,82 y 69,14 pg/ml; $P = 98\%$) y una tendencia similar en confort térmico (58,24 y 66,26 pg/ml; $P = 88\%$). Ninguna de las líneas se vio afectada por las condiciones térmicas. En cuanto a los niveles de CRP, la línea HO mostró unos niveles más bajos en estrés térmico (39,94 y 52,47 mg/ml; $P = 86\%$), pero no en confort térmico (42,98 y 41,34 mg/ml; $P = 57\%$). Ambas líneas mostraron una tendencia a la modificación de sus niveles de CRP entre condiciones de estrés térmico ($P > 80\%$). Los resultados coinciden con los descritos por Belumi *et al.*, 2020 (TFN- α) y Argente *et al.*, 2019 (CRP) en las hembras de las mismas líneas sintéticas.

CONCLUSIÓN

La línea HO presenta una menor respuesta inflamatoria que la línea HE. Esta diferencia se acentúa en condiciones de estrés térmico. Sin embargo, los resultados referidos a la CRP constituyen una aproximación complementaria a los obtenidos sobre el TFN- α , siendo necesario aumentar el número de muestras para completar el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argente, M.J. *et al.* 2019. *Animal* 13(10): 2348-2355.
- Belumi, D. *et al.* 2020. *Animals* 10:1540.

Agradecimientos: Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT/2022/037 y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

ESTRATEGIAS DE CLASIFICACIÓN MICROBIANA BASADAS EN MODELOS RECURSIVOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CERDOS IBÉRICOS

Núñez^{1*}, P., Martínez-Boggio², G., Casellas³, J., Varona⁴, L., Peñagaricano², F. e Ibáñez-Escriche¹, N.

¹Universitat Politècnica de Valencia, 46022 España; ²Universidad de Wisconsin-Madison,

53706 Estados Unidos; ³Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 España;

⁴Universidad de Zaragoza, 50013 España

*pnuez@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

El perfil microbiano intestinal juega un papel importante en la salud porcina y estudios recientes han demostrado que su composición contribuye a explicar parte de la variación observada en el crecimiento, inmunidad y la calidad de carne (Calle-García *et al.*, 2023; Sebastià *et al.*, 2023; Aliakbari *et al.*, 2021). El objetivo general de este trabajo fue proponer un método basado en modelos recursivos para la clasificación de bacterias según su potencial aplicación en estrategias genéticas o nutricionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos procedentes de cerdos Ibéricos alimentados con comederos automáticos en un núcleo de selección (IngaFood S.A, Extremadura, España). Se dispuso de información del índice de conversión (IC) y el consumo residual (RFI) de 587 machos enteros hasta los 180 días de edad. Adicionalmente, a los 140 días de vida se recolectaron muestras de heces de 151 animales para analizar la composición microbiana (16S ARNr). El análisis estadístico se realizó mediante modelos animales bivariantes entre cada fenotipo de eficiencia y cada uno de los “*amplicon sequence variant*” (ASV) del microbiota para estimar los componentes de varianza. Posteriormente, estos estimadores fueron reparametrizados al modelo recursivo (Varona *et al.*, 2024), para estimar el efecto causal $\lambda_{p \leftarrow m}$ de cada ASV en el fenotipo de interés, y separar el efecto genético directo de los genes sobre el fenotipo ($G \rightarrow P$) de los efectos indirectos mediados a través del microbioma ($G \rightarrow M \rightarrow P$). Finalmente, los ASV con un efecto causal relevante fueron clasificados en diferentes grupos según su heredabilidad (h^2), con el objetivo de evaluar su potencial uso diferencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 375 ASV analizados, se identificaron 14 ASV con efectos relevantes en IC y 16 ASV con efectos relevantes en RFI. El rango de h^2 microbianas estuvo entre 0,09 y 0,85, con una media de 0,44. Todos los ASV con efectos relevantes tuvieron una $h^2 > 0,25$. En general, las covarianzas genéticas mostraron un sentido opuesto al parámetro de recursividad $\lambda_{p \leftarrow m}$, lo que podría deberse al reducido número de observaciones empleado en este estudio. Por este motivo, este estudio no propone ASV específicos para su selección, sino más bien una metodología para clasificarlos, basada en modelos recursivos. Según el criterio propuesto, los ASV relevantes con baja h^2 podrían manipularse a través de la dieta o prácticas de manejo, mientras que los ASV con alta h^2 podrían potencialmente utilizarse en mejora genética.

CONCLUSIÓN

La reparametrización a modelos recursivos es una valiosa herramienta para entender las relaciones entre el genoma del huésped, el microbioma, y los fenotipos de eficiencia. Esto permite clasificar bacterias y determinar posibles prácticas de manejo. Sin embargo, son necesarios estudios con un mayor número de observaciones para aumentar la precisión de las estimaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Aliakbari *et al.* 2021. JABG 138(4): 491-507. • Calle-García *et al.* 2023. GSE 55(1): 29. • Sebastià *et al.* 2023. mSystems 9(1): e01049-23. • Varona *et al.* 2024. GSE 56(1): 33.

Agradecimientos: A IngaFood S.A. por los animales, personal e instalaciones utilizadas en este estudio. Este estudio se realizó en el marco del proyecto PID2020-114705RB-I00 y la beca predoctoral FPI PRE 2021-097003 de Pedro Núñez, financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

microHUB: UNA INICIATIVA INTERNACIONAL DE SELECCIÓN GENÓMICA PARA MODULAR EL MICROBIOMA RUMINAL

Gonzalez-Recio^{1*}, O., Pryce², J.E., Rowe³, S., Sahana⁴, G. y Gredler-Grandl⁵, B.

¹Dpt. Mejora Genética Animal, INIA-CSIC, Ctra La Coruña km 7.5, 28040 Madrid; ²Agriculture Victoria Research, AgriBio, Centre for AgriBioscience, Bundoora, Victoria 3083, Australia; ³Invermay Agriculture Centre, AgResearch, Mosgiel 9053, New Zealand; ⁴Center for Quantitative Genetics and Genomics, Aarhus University, 8000 Aarhus, Denmark;

⁵Wageningen University & Research, Netherlands

*gonzalez.oscar@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La selección genómica es una herramienta eficiente para reducir las emisiones de metano (CH₄) en el ganado vacuno (González-Recio *et al.*, 2023a). Para ello es necesario obtener poblaciones de referencia con un alto número de fenotipos y genotipos. Sin embargo, la medición de CH₄ no es factible en todos los sistemas de producción debido a limitaciones técnicas, falta de mano de obra e infraestructura adecuada, o un elevado coste inicial (Tedeschi *et al.*, 2022). El microbioma se ha propuesto como un indicador del CH₄ entérico producido por los microorganismos del rumen (Gonzalez-Recio *et al.*, 2023b). Aunque el muestreo del microbioma ruminal es un proceso laborioso y costoso, es posible obtener esta información en una parte de la población para establecer una población de referencia. La iniciativa *The Global Methane Hub* tiene como objetivo reducir las emisiones de CH₄ del mayor emisor individual en el sector agrario y ganadero: los rumiantes. Dinamarca, Países Bajos, Australia, Nueva Zelanda y España se han unido en un proyecto denominado Micro-HUB, para acelerar este proceso mediante el establecimiento de una población de referencia con datos de metagenoma y genotipo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispone de datos de microbioma ruminal y genotipos de unos 5.000 individuos provenientes de los socios principales del proyecto. Todos los países con datos en este trabajo secuenciaron el microbioma mediante Oxford Nanopore Technologies y el flujo de trabajo bioinformático para asignación de taxonomía y funcionalidad se realizó con el software SqueezeMeta. Cada país estimó correlaciones genéticas entre la abundancia relativa de los microorganismos detectados y el CH₄, para obtener un conjunto principal del microbioma asociado a la producción de metano entérico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cálculos de tamaño muestral resultaron con la necesidad de obtener muestra de microbioma de 25.000 animales para obtener una fiabilidad de al menos 0,50, mientras que aquellos padres con al menos 5 hijas obtendrán una fiabilidad superior al 0,80, que es el límite para considerar un toro probado. La estimación de la heredabilidad de la composición del microbioma fue de moderada a alta, con valores medios entre 0,20 y 0,30. Las correlaciones genéticas con las emisiones de metano fueron >0,50 para un gran número de microorganismos. Utilizar el microbioma núcleo asociado a CH₄ aumento la respuesta a la selección entre un 10 y 30%.

CONCLUSIÓN

Este estudio preliminar ha determinado que el proyecto microHub debe crear una población de referencia multi-razas/especies/sistemas productivos de rumiantes con más de 25.000 bovinos y ovinos en total. Se desarrollarán las herramientas de selección genómica pertinentes para facilitar la generación de valores genómicos en cualquier animal genotipado. Esto permitirá seleccionar animales con una composición del microbioma asociada con menores emisiones y reducir la abundancia de rutas metanogénicas en el microbioma ruminal. Con un peso adecuado en los objetivos de selección se podría mantener el progreso genético en rentabilidad y salud. Se espera que este sistema de evaluación genómica sea ampliamente accesible y esté dirigido a las razas y sistemas productivos más relevantes a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gonzalez-Recio *et al.* 2023a. Animal 17 Supplement 2: 100780. • González-Recio *et al.* 2023b. Livest. Sci. 269: 105171 • Tedeschi *et al.* 2022. J. Animal Sci. 100(7): skac197.

Agradecimientos: Proyecto financiado por la iniciativa *The Global Methane Hub* (<https://www.global-methanehub.org/about/>).

ANÁLISIS GENÓMICO COMPARATIVO DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS DE BOVINO: EVOLUCIÓN PRELIMINAR DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN BOVINOS DEL SUR PENINSULAR EN LOS ÚLTIMOS SIETE MILENIOS

Anaya^{1*}, G., Garrido², J., Martín de la Cruz², J. y Molina¹, A.

¹MERAGEM (AGR-158), Departamento de Genética, Universidad de Córdoba;

²INREPA (HUM-262), Departamento de Historia, Universidad de Córdoba

*b22ancag@uco.es

INTRODUCCIÓN

Se piensa que el bovino ya estaba domesticado en el VI milenio A.C. en la región de la cuenca del río Eúfrates. Algunos estudios sitúan este evento en una época aún más temprana, proponiendo que la domesticación del *Bos taurus* comenzó durante el Neolítico Prececerámico. Los restos de bovinos procedentes de yacimientos documentados más antiguos en el sur de la península ibérica datan del IV milenio a.C. El estudio de ADN antiguo (aDNA) obtenido de restos óseos se ha convertido en una herramienta fundamental para comprender los movimientos migratorios del ser humano, así como su relación con los procesos de domesticación y diferenciación de poblaciones. El objetivo del presente estudio es determinar las diferencias genómicas entre bovinos de distintos periodos y yacimientos en el contexto del sur de la Península Ibérica, comparándolas con razas actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se analizaron 23 muestras obtenidas de restos óseos de 11 yacimientos del sur de la península ibérica (Ronda del cenicero, Matarredonda, Trabajadores, Mariana de Pineda, La Minilla, Marinaleda, Llanete de los Moros, Cerro de la Cruz, Puerta de Jerez, Villa Julia y Priego de Córdoba), datados entre el III milenio a.C. y los siglos XII-XIII d.C. El preprocesado, la extracción de aDNA y la generación de librerías genómicas a partir de los restos óseos se realizaron en el Laboratorio de ADN Antiguo y Paleo ADN del grupo de investigación MERAGEM (PAI-158), en colaboración con el grupo INREPA (HUM-262). El control de calidad final permitió el genotipado de 6 muestras con el BovineSNP50v3 DNA BeadChip, que permitió la detección de aproximadamente 53.000 SNPs. Las muestras de aDNA se compararon con 79 muestras de razas actuales (11 peninsulares y 2 africanas). Para la evaluación de los niveles de heterocigosidad, el análisis de componentes principales (PCA), las distancias genéticas (Nei, 1978) y los valores FST, se empleó el software PLINK.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron que los valores de variabilidad genética, medidos mediante el porcentaje de heterocigotos, fueron mayores en las muestras de ADN antiguo (aDNA, media: 0,791) que en las muestras modernas (media: 0,275). Se observó una disminución progresiva de la heterocigosidad desde las épocas más antiguas hasta la actual, con la excepción del espécimen del yacimiento de La Minilla (III milenio a.C.), identificado como un Uro (*Bos taurus primigenius*). Esta elevada variabilidad en el aDNA sugiere un alto grado de cruzamiento entre poblaciones no sometidas a selección artificial. En contraste, las poblaciones actuales, procedentes de razas explotadas en pureza, mostraron niveles medios-bajos de heterocigosidad, resultado de la selección dirigida. El análisis de componentes principales (PCA) reveló que los restos óseos formaron un grupo homogéneo, independientemente de su cronología, distanciándose de las razas modernas. Sin embargo, las distancias genéticas evidenciaron una notable similitud entre el grupo de restos y las razas actuales, sugiriendo que la pérdida de rasgos genéticos ancestrales ocurrió tempranamente en la escala temporal, antes del registro del resto óseo más antiguo (III milenio a.C.). Asimismo, el bloque formado por el aDNA presentó mayor similitud con las razas Retinto y Toro de Lidia, distanciándose de las razas Betizu y Landring, probablemente debido a la pertenencia a troncos genéticos ancestrales distintos.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos parecen evidenciar, aunque de forma totalmente preliminar, dado el número de muestras óseas analizadas, una marcada disminución de la variabilidad genética desde las poblaciones ancestrales hasta las actuales. El alto nivel de heterocigosidad en el aDNA sugiere que las poblaciones antiguas mantenían una mayor diversidad genética debido al cruzamiento natural. Además, el análisis de componentes principales y las distancias genéticas destacan la separación entre los restos antiguos y las razas modernas, a pesar de su similitud genética, lo que sugiere una pérdida temprana de la diversidad ancestral. La mayor proximidad genética de las muestras antiguas andaluzas con las razas Retinto y Toro de Lidia resalta la continuidad parcial de linajes ancestrales en algunas razas de la ganadería actual explotada en esta Comunidad Autónoma.

ESTUDIO DE LA HUELLA DE LA SELECCIÓN DERIVADA DEL PROCESO DE DOMESTICACIÓN DEL CERDO

Vargas-Donayre^{1,2*}, D., Ramos-Onsins¹, S., Noce¹, A., Clop¹, A. y Amills^{1,2}, M.

¹Centre de Recerca Agrigenòmica (CRAG), CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra; ²Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra 08193
*diego.vargas@cragenomica.es

INTRODUCCIÓN

La domesticación animal es un proceso selectivo que involucra cambios notables tanto a nivel morfológico como de comportamiento. La selección artificial que tuvo lugar durante la domesticación dejó una impronta en los genomas de las especies de interés ganadero que todavía puede ser identificada mediante distintas aproximaciones (Gouveia *et al.*, 2014). En el ganado porcino, se han descrito señales selectivas en genes relacionados con diversos caracteres de interés económico (crecimiento, reproducción, etc.) y relacionados con el comportamiento (docilidad, estrés y temor a la presencia humana, etc) a través del contraste del genoma del cerdo doméstico moderno y el jabalí (Rubin *et al.*, 2012). El objetivo de este trabajo consiste en profundizar en el estudio de la huella de la selección producto de la domesticación porcina mediante el uso de estadísticos basados en la diferenciación genética entre poblaciones, así como en el patrón de desequilibrio de ligamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 101 secuencias genómicas de cerdos de Asia (ASD), jabalíes de Asia (ASW), cerdos de Europa (EUD) y jabalíes de Europa (EUW). Mediante el programa GATK y distintos criterios de filtrado, se identificaron 61.706.958 polimorfismos de nucleótido sencillo que segregaban en el conjunto de secuencias. Las fases haplotípicas se establecieron mediante el programa BEAGLE. El estudio de la huella de la selección se realizó con dos estadísticos: i) el coeficiente de diferenciación F_{ST} y ii) el estadístico XP-EHH, basado en el patrón del desequilibrio de ligamiento. En ambos casos para detectar la huella de la selección se tomaron en cuenta dos comparaciones: (i) EUD vs. EUW y (ii) ASD vs. ASW. Para ambos estadísticos, se consideraron como relevantes los valores dentro del percentil 99. Con el uso del programa biomaRt se identificaron los genes próximos a las señales de la selección y mediante DAVID se hizo un análisis de enriquecimiento funcional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de la selección con el estadístico F_{ST} se hallaron 610 y 537 genes candidatos a la selección en los contrastes asiático y europeo, respectivamente, de los cuales se compartían 23 entre ambos contrastes. Los genes candidatos a la selección estaban implicados en el desarrollo y la neurogénesis. Por otra parte, usando XP-EHH se detectaron 556 y 609 genes candidatos a la selección en los contrastes asiático y europeo, respectivamente, de los cuales 24 eran comunes en ambas comparaciones. Dentro de estos genes candidatos a la selección se encontraron sobre representados procesos biológicos como la respuesta a estímulos y de comunicación celular. En el contraste de Asia observamos 144 genes candidatos a la selección comunes entre el análisis de la selección mediante F_{ST} y XP-EHH, mientras que en el contraste europeo se obtuvieron 113 genes. Nuestros resultados sugieren que las señales selectivas son específicas de continentes. Además, hay una baja coincidencia entre los genes detectados por ambas aproximaciones debido a que cada estadístico se basa en la detección de señales selectivas diferentes.

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio de la selección en porcino sugiere que el proceso de domesticación tuvo características propias en cada continente, y el uso de XP-EHH y F_{ST} en conjunto nos permite detectar genes candidatos a la selección con señales particulares que amplían el estudio de domesticación en cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gouveia, J.J.D.S. *et al.* 2014. Genet. Mol. Biol. 37: 330-342. • Rubin, C.-J. *et al.* 2012. Proc.Nat. Acad. Sci. 109: 19529-19536.

Agradecimientos: Este trabajo se ha financiado mediante el proyecto MCIIN/AEI/10.13039/501100011033 concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación/Agencia Estatal de Investigación y *European Regional Development Fund* (ERDF; A way of making Europe). DV recibió una beca predoctoral FPI PRE2022-104463, MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE.

ENSAMBLAJE DE NOVO DEL GENOMA DE DOS GALLINAS ESPAÑOLAS AUTÓCTONAS: CASTELLANA NEGRA Y ANDALUZA FRANCISCANA

Peiró-Pastor^{1*}, R., Rauw¹, W.M. y Gómez¹, L.

¹INIA-CSIC, Crta. La Coruña Km. 7,5, 28040 Madrid

*ramon.peiro@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El proyecto GALLIBER tiene como objetivo principal evaluar el impacto del calentamiento global en la eficiencia productiva de las gallinas ponedoras. Para ello se pretende investigar la variabilidad fenotípica, genotípica y de expresión genética y su relación con situaciones de estrés térmico de varias razas autóctonas españolas. Sin embargo, los genomas de referencia existentes en las bases de datos, *Red Jungle Fowl* (GRCg6a) y *White Leghorn Layer* (GRCg7w), están incompletos, careciendo incluso de algunos de sus cromosomas. Por evitar el uso de mapas de referencia incompletos hemos construido mapas de referencia propios basados en la secuenciación y ensamblado *de novo* de 2 ejemplares de gallinas autóctonas españolas: Castellana Negra y Andaluza Franciscana.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ADN de ambos ejemplares se secuenció con la tecnología PacBio Sequel II/IIe en su modo CCS (*Circular Consensus Sequencing*), que produce una secuencia consenso a partir de múltiples sub-lecturas de la misma molécula de ADN con una gran exactitud. Se obtuvieron en cada muestra más de 5M de lecturas con longitudes (N50) superiores a 19Kb, y con un total secuenciado en cada muestra de más de 100Gb. Además de las lecturas originales, se obtuvieron 2 conjuntos de lecturas adicionales aplicando filtros por longitud y por calidad media de lectura ($L > 10Kb - Q > 15$ y $L > 15Kb - Q > 25$). Los tres conjuntos de lecturas correspondientes a cada ejemplar fueron ensamblados con Canu (Nurk *et al.*, 2020) y con Hifiasm (Cheng *et al.*, 2021), obteniéndose un total de 12 ensamblajes diferentes. De cada uno de ellos se obtuvieron diversas métricas, continuando el análisis posterior sólo en el mejor ensamblaje para cada ejemplar. Las potenciales contaminaciones en los ensamblajes fueron identificadas con Diamond (Buchfink *et al.*, 2021) y BlobTools (Laetsch y Blaxter, 2017), eliminándose los *contigs* problemáticos. Seguidamente se obtuvieron los *scaffolds* con la ayuda de los genomas de referencia existentes (GRCg6a y GRCg7w) usando RagTag (Alonge *et al.*, 2022). Finalmente, se anotaron los genomas y se analizó su calidad después del proceso de *scaffolding* con BUSCO (Manni *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada ensamblaje se han obtenido diferentes métricas de calidad y completitud. Dichas métricas indican una completitud del genoma para la Castellana Negra del 91,4% y para la Andaluza Franciscana del 96,5%, y la proporción de genoma fragmentado fue del 0,6% en ambos casos. Por otro lado, la longitud de los cromosomas ensamblados en ambos ejemplares fue en general similar a los correspondientes genomas de referencia publicados anteriormente.

CONCLUSIÓN

El mejor método de ensamblaje es usando el ensamblador Hifiasm, con un filtrado previo de las lecturas a $L > 10Kb$ y $Q > 15$. Los genomas obtenidos tras el proceso de ensamblaje y depuración muestran buenas métricas de calidad, aunque se necesitan refinamientos manuales posteriores para mejorar las calidades de los genomas y de su anotación. Estos genomas obtenidos podrán ser usados en fases posteriores del proyecto para el análisis de variantes y de expresión génica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Nurk, S. *et al.* 2020. biorXiv. DOI: 10.1101/2020.03.14.992248. • Cheng, H. *et al.* 2021. Nat. Methods 18: 170-175. • Buchfink B. *et al.* 2021. Nat. Methods 18: 366-368. • Laetsch, D.R. y Blaxter, M.L. 2017. F1000Research 6: 1287. • Alonge, M. *et al.* 2022. Genome Biol. 23: 258. • Manni, M. *et al.* 2021. Current Protocols 1: e323.

Agradecimientos: Agradecemos al personal de la finca El Encín su trabajo de cuidado y cría de las gallinas. Asimismo, agradecemos a los equipos técnicos de los centros de computación FinisTerra3 (CESGA) y Drago (CSIC) las facilidades prestadas en la realización de este estudio.

IMPACTO DE LA DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA SOBRE CARACTERES DE PRODUCCIÓN LECHERA EN LA RAZA OVINA MANCHEGA

Rubio-Juan^{1*}, A., Ramón², M., Carabaño², M.J., Fernández³, M.R. y Díaz², C.

¹ IRIAF, Av. Del Vino s/n, 13300 Valdepeñas, Spain; ² INIA-CSIC, Ctra. de la Coruña,

Km 7,5, 28040 Madrid, Spain; ³ SaBio IREC, Albacete, Spain

*arjuan@jccm.es

INTRODUCCIÓN

En los programas de mejora genética, el uso recurrente de un número reducido de machos mejorantes favorece el incremento de la consanguinidad y, con ello, el riesgo de que aparezcan fenómenos de depresión consanguínea. El presente trabajo busca: 1) evaluar el nivel de consanguinidad (F) de la raza Manchega en función de varios estimadores basados en información genealógica y genómica; y 2) monitorear la existencia de posibles efectos de depresión consanguínea en caracteres productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8,5 millones de registros del control lechero oficial de la raza Manchega y 967.000 datos de genealogía de la variedad blanca, con 9.253 animales genotipados (chip de 50K de Thermofisher). Primero, se estimó el coeficiente de consanguinidad a partir de la información genealógica (F_{PED}). Para ello se utilizó el software inbupgf90 (Misztal *et al.*, 2002). Posteriormente, se utilizó la información genómica a partir de 39.215 SNPs autosómicos. Se obtuvieron 5 estimas de consanguinidad, F_{HOM} , F_{ROH} y F_{LH} , que se centran en la proporción de genotipos, segmentos de homocigosis y desviación del equilibrio de Hardy-Weinberg, y F_{VR2} , F_{YAN} , que se obtienen a partir la respectiva matriz de relaciones genómicas. Los softwares utilizados fueron Plink (F_{LH}) (Purcell *et al.*, 2007) y GCTA (F_{VR2} , F_{HOM} , F_{YAN}) (Yang *et al.*, 2011). Así mismo, las regiones de homocigosis (ROH) se detectaron utilizando el paquete de R detectRUNs (Biscarini *et al.*, 2019). Para estimar el efecto de la depresión consanguínea en la producción de leche se usó el modelo $y = Xb_1 + Fb_2 + a + pe + e$; donde Xb recoge los efectos fijos usados en la valoración genética de la raza (rebaño-día de control, parto-edad, número de corderos nacidos vivos y estado de lactación); F es el vector de coeficientes de consanguinidad; b_2 es el coeficiente de regresión del carácter sobre la consanguinidad, y a, pe y e son los efectos aleatorios aditivo, ambiente permanente y residual. Para los análisis se utilizó blupf90+ (Misztal *et al.*, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de los estimadores de consanguinidad en esta población oscilaron entre un -0,006 para F_{VR2} y 0,057 para F_{ROH} . Las mayores correlaciones entre los estimadores de consanguinidad se observaron entre F_{ROH} y F_{LH} (0,96), F_{YAN} y F_{LH} (0,92), y F_{YAN} y F_{ROH} (0,90). Asimismo, la correlación entre F_{PED} con los estimadores moleculares varió entre 0,74 para F_{YAN} y 0,81 para F_{ROH} . Sin embargo, los estimadores F_{VR2} y F_{HOM} solamente correlacionaban con el resto entre un 0,22 (F_{VR2} - F_{LH}) y un 0,64 (F_{HOM} - F_{LH}), siendo la correlación entre F_{VR2} y F_{HOM} negativa. Los coeficientes de regresión entre los estimadores de consanguinidad y los caracteres productivos fueron todos negativos y significativamente distintos de cero. Las pérdidas de producción de leche diaria generadas ante un incremento de un 10% de consanguinidad oscilan entre 6,33 (F_{YAN}) y un 7% (F_{ROH}) sobre la media del carácter (1.330 g/día), dependiendo del estimador. Para los caracteres % de grasa y proteína estos tres estimadores se comportaron de una forma similar. El incremento de un 10% de la consanguinidad supuso una pérdida de un 5,4% con F_{PED} , 4,6% con F_{ROH} y 4,2% con F_{YAN} respecto a la media del % de grasa (7,29) y, de un 4,1, 3,2 y 2,9% respecto a la media del % de proteína (5,82).

CONCLUSIÓN

Se ha detectado depresión consanguínea en la población genotipada de Manchega. Un aumento de los niveles de consanguinidad podría resultar en pérdidas productivas no despreciables. La consanguinidad estimada a partir del pedigrí mostró una alta correlación con algunos de los estimadores genómicos considerados más fiables, como F_{ROH} , así como con F_{YAN} y F_{LH} .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biscarini F. *et al.* 2019. detectRUNS • Cesarani A. *et al.* 2022. 140(1): 28-38 • Chang, C.C. *et al.*, 2015. GigaScience 4(1): 7. • Doekes H.P. *et al.* 2021.12(6): 926 • Misztal, I. *et al.* 2002. BLUPF90 • Yang, J. *et al.* 2011. GCTA. 88(1): 76-82.

Agradecimientos: AGRAMA por los datos fenotípicos, genealógicos y genotípicos. Proyecto Regional SBPLY/17/180501/000369.

ENSEMBLE MODELS PARA LA PREDICCIÓN DE CURVAS DE LACTACIÓN: APLICABILIDAD A LOS INDICADORES DE RESILIENCIA

Fonseca^{1,2*}, P.A.S., Arribas-Gonzalo¹, R., Faria¹, A.C., Prates³, M.O., Arranz¹, J.J.,
Gutiérrez-Gil¹, B. y Suárez-Vega¹, A.

¹Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León (24007);

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), 24346 Grulleros, León;

³Department of statistics, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

*p.fonseca@csic.es

INTRODUCCIÓN

Identificar y seleccionar animales más resilientes es clave para mejorar la productividad, sostenibilidad y el bienestar animal. La resiliencia no puede medirse directamente, por lo que es necesario identificar indicadores de resiliencia (IR) fiables. Las estrategias para evaluarla en especies lecheras se basan en el análisis de datos longitudinales. La estimación de la producción mediante el modelado de la curva de lactación es clave para la posterior definición de los IR. Existen múltiples modelos diseñados para ajustarse a distintas formas de curvas, y la selección del mejor suele basarse en métricas como el criterio de información de Akaike (AIC). Sin embargo, limitar el análisis a un único modelo puede ignorar variabilidades individuales e incrementar el sobreajuste. El uso de modelos de conjunto (*Ensemble Models*, EM), aplicados en áreas como la ecología (Araujo y New, 2007), permite combinar modelos de distinta complejidad, mejorando la precisión en escenarios complejos como las curvas de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los registros diarios de ordeño de 1.818 ovejas assaf primíparas se ajustaron individualmente usando 47 modelos de curvas de lactación. El mejor modelo se definió por el menor valor medio del AIC. Posteriormente, se construyeron EM con dos estrategias: 1) Promedio simple de modelos (SMA), con pesos $1/k$, siendo k el número total de modelos; 2) Ponderación por AIC ($weight_AIC$), donde las predicciones se ponderaron proporcionalmente a los valores de AIC, aplicando una penalización de 0,1 para ajustar la influencia relativa de cada modelo. El rendimiento predictivo se comparó mediante el error cuadrático medio (RMSE). Se evaluaron tres IR por oveja: logaritmo de la varianza ($logVar$), autocorrelación ($auto$) y asimetría (sk), comparando su distribución con el tamaño del efecto de Cohen (d de Cohen) y los intervalos de confianza (IC) del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor modelo general fue la Spline Cúbica Natural con 5 percentiles (*cubsplin5*, mean AIC=227,15). El RMSE medio considerando todas las ovejas fue similar entre los modelos (*cubsplin5*=0,433; *weight_AIC*=0,437; *SMA*=0,477). Sin embargo, al considerar solo el 5% de las ovejas con peor ajuste según el AIC, el *weight_AIC* presentó un RMSE medio menor (0,617) que *cubsplin5* (1,900) y *SMA* (0,869). No se observaron diferencias en los IR entre *cubsplin5* y *weight_AIC* cuando se incluyeron todos los animales. El *SMA* mostró un valor d de Cohen moderado y un IC negativo para $logVar$ comparado con *cubsplin5*. Al comparar los IR del 5% de las ovejas con peor ajuste entre *cubsplin5* y *weight_AIC*, se observaron diferencias significativas. Se identificaron tamaños del efecto medios-elevados para $logVar$ (0,65), $auto$ (0,45) y sk (0,31), con efectos más marcados en $logVar$ (IC: 0,291 | 0,503) y sk (IC: -0,402 | -0,173). Estos resultados sugieren que *weight_AIC* es más sensible a la variabilidad y presenta una menor asimetría, reflejando de forma más precisa la resiliencia.

CONCLUSIÓN

Los modelos *ensemble*, especialmente el ponderado por AIC, mejoraron la sensibilidad a la variabilidad y el rendimiento predictivo, proporcionando IR más robustos que los métodos de un único modelo, destacando su potencial para evaluar la resiliencia en ovejas lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, M.B. y New, M. 2007. Trends in Ecology y Evolution. 22(1): 42-47.

Agradecimientos: Los datos analizados se han obtenido a través del proyecto nacional RESILSHEEP (Ref. PID2022-138676OB-I00, MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER,UE). Los análisis presentados se encuadran dentro del partenariado EUP-AHW financiado por la Comisión Europea (EUP-AHW-101136346). Nuestro sincero agradecimiento a los ganaderos colaboradores y a la asociación ASSAFE por los datos proporcionados, y a DeLaval por su colaboración técnica.

EL MICROBIOMA COMO PREDICTOR DE EFICIENCIA EN CERDOS IBÉRICOS

Nuñez^{1*}, P., Casto-Rebollo¹, C., Martínez-Boggio², G., Casellas³, J.,
Varona⁴, L., Pena⁵, R.N., Peñagaricano², F. e Ibáñez-Escriche¹, N.

¹Universitat Politècnica de Valencia 46022, España; ²Universidad de Wisconsin-Madison 53706, Estados Unidos; ³Universitat Autònoma de Barcelona 08193, España; ⁴Universidad de Zaragoza 50013, España. Universitat de Lleida 25198, Lleida, España

*pnuez@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

La composición microbiana intestinal tiene una función importante en la salud de los cerdos y ha sido utilizada como predictor de caracteres productivos en “cerdo blanco”. Estudios recientes han explorado la composición microbiana en diferentes líneas de cerdos Ibéricos (Lopez-García *et al.*, 2021; Heras-Molina *et al.*, 2024; Azougagh *et al.*, 2025). Sin embargo, no hay evidencias previas sobre la relación entre el microbioma intestinal y caracteres de crecimiento, eficiencia y comportamiento alimentario. El objetivo general de este trabajo fue estimar la proporción de la varianza fenotípica explicada por el microbioma, y estimar la capacidad de la composición microbiana como predictor de eficiencia y comportamiento alimentario en cerdos Ibéricos en condiciones intensivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 151 cerdos Ibéricos de un núcleo de selección (IngaFood S.A, Extremadura, España). Se registraron caracteres productivos y de comportamiento alimentario hasta 180 días de edad. A los 140 y 180 días de vida, se recolectaron muestras de heces para determinar la composición microbiana mediante secuenciación del gen 16S rRNA. Los componentes de varianza se estimaron mediante modelos mixtos univariantes que incluyeron solo efecto genético aditivo (G), solo efecto microbioma (M) y ambos efectos (GM), permitiendo calcular la heredabilidad (h^2) y la microbiabilidad (m^2), definida como la proporción de la varianza fenotípica explicada por el microbioma. Además, se realizaron validaciones cruzadas con los tres modelos para estimar la capacidad predictiva del microbioma a 140 días de los fenotipos a 180 días de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis descriptivo del microbiota, se observaron abundancias relativas similares entre los dos puntos estudiados. El género más abundante a 140 días fue *Lactobacillus*, mientras que *Streptococcus* predominó a los 180 días. En general, las estimas de h^2 (0,21 a 0,42) fueron mayores a las estimas de m^2 (0,16 a 0,34) para todos los caracteres evaluados. La inclusión del microbioma mejoró los valores de ajuste del modelo (DIC) en los caracteres productivos, pero no tuvo relevancia en el caso de los caracteres de comportamiento alimentario. La comparación entre las predicciones del modelo G con el GM reveló que la inclusión de la composición microbiana mejoró la capacidad predictiva para los caracteres índice de conversión, consumo residual, y peso vivo a los 180 días. No se observaron diferencias relevantes en capacidad predictiva entre la composición microbiana a 140 o 180 días.

CONCLUSIÓN

La composición microbiana explica una proporción moderada de la varianza fenotípica de caracteres productivos, por lo que podría utilizarse como herramienta temprana de selección. Nuestros resultados indican que el aporte de la composición microbiana como predictor es mayor en caracteres con menor heredabilidad, pero no aporta información relevante en caracteres con heredabilidad alta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azougagh *et al.* 2025. Anim. Microbiome 7: 13
- Heras-Molina *et al.* 2024. PLOS ONE 19: e0315199.
- Lopez-García *et al.* 2021. PLOS ONE 16: e0251804.

Agradecimientos: A IngaFood S.A. por proporcionar los animales, personal e instalaciones utilizadas en este estudio. Este estudio es parte del proyecto PID2020-114705RB-I00 y la beca predoctoral FPI PRE2021-097003 de Pedro Nuñez, financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE CRUZADOS EN EVALUACIONES GENÉTICAS DE GALLINAS DE PUESTA INCLUYENDO DOMINANCIA

Sánchez-Díaz^{1*}, M., Ibáñez-Escriche², N., López-Carbonell¹, D. y Varona¹, L.

¹Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza;

²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de Valencia, 46022 Valencia

*manuel.sanchez@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La industria de las gallinas de puesta emplea esquemas de cría en cuatro vías para maximizar la heterosis y la complementariedad entre líneas. La selección suele basarse en el rendimiento de las líneas puras, asumiendo una alta correlación genética con el desempeño de los individuos cruzados. Sin embargo, esta correlación puede ser inferior a 1 debido a la interacción genotipo-ambiente y a efectos genéticos no aditivos, como la dominancia, que generalmente no se incluyen en las evaluaciones. Para abordar este problema, se emplea el método *Combined Crossbred Purebred Selection* (CCPS), que evalúa conjuntamente los rendimientos de las líneas puras y los cruzados tratándolos como caracteres distintos, con una correlación genética entre ellos (Vitezica *et al.*, 2016). Este estudio busca optimizar la inclusión de datos fenotípicos y genotípicos de los cruzados en la evaluación de líneas puras, incorporando la dominancia genética en los modelos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se simuló un esquema de cría de gallinas de puesta con dos poblaciones de líneas puras y su cruce utilizando el software *AlphaSimR* (Gaynor *et al.*, 2021). Para generar los fenotipos, se consideraron distintos escenarios en los que variaban la heredabilidad del carácter y la correlación genética entre los rendimientos de individuos puros y cruzados. Posteriormente, se realizaron evaluaciones genéticas del esquema empleando diferentes modelos que incluían efectos aditivos y de dominancia, implementados con la familia de programas *BLUPF90+* (Miształ *et al.*, 2014). Estas evaluaciones incluyeron diversas combinaciones de información fenotípica y genotípica (individual o en *pool*) de los cruzados, lo que permitió comparar las estrategias de recogida de datos de cruzados, desde la ausencia de información hasta el uso conjunto de datos fenotípicos y genotípicos en la evaluación. El impacto de estas estrategias se analizó en términos de la respuesta a la selección del carácter cruce en los individuos puros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que la estrategia que incorporaba información fenotípica y genotípica a nivel individual fue la que obtuvo la mayor respuesta a la selección en todos los escenarios. No obstante, su ventaja sobre estrategias con menor coste fue más notable cuando la correlación genética entre los individuos puros y cruzados era baja. En los escenarios con correlación genética media, estrategias basadas en información fenotípica en *pool* lograron captar gran parte de la respuesta a la selección, representando una alternativa más eficiente en términos de coste. Por el contrario, cuando la correlación genética era alta, las estrategias con menor cantidad de información mostraron resultados similares a las otras estrategias. Además, la inclusión de la dominancia en los modelos mejoró la precisión de las evaluaciones genéticas.

CONCLUSIÓN

La incorporación de información de individuos cruzados en las evaluaciones genéticas mejora la respuesta a la selección en programas de cría de gallinas de puesta. No obstante, la estrategia óptima depende de la correlación genética real entre individuos cruzados y puros. Asimismo, la inclusión de dominancia en los modelos de evaluación mejora la precisión de las estimaciones del mérito genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Vitezica, Z.G., Varona, L., Elsen, J.M., Miształ, I., Herring, W., Legarra, A. 2016. *GSE* 48: 1-8. • Gaynor, R.C., Gorjanc, G., Hickey, J.M. 2021. *G3*, 11: jkaa017 • Miształ I., Tsuruta S., Lourenco D.A.L., Aguilar I., Legarra A., Vitezica, Z. 2014. University of Georgia.

Agradecimientos: Manuel Sánchez-Díaz agradece al contrato de investigador predoctoral de la Diputación General de Aragón 2023/2027.

MICROBIOTA INTESTINAL COMO PREDICTOR DE LA CALIDAD DE LA CARNE EN CERDOS IBÉRICOS

Azougagh^{1*}, L., Casto-Rebollo¹, C., Hernández¹, P., Varona², L., Casellas³, J., Negro⁴, S. e Ibáñez-Escriche¹, N.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de Valencia. 46022 Valencia;

²Universidad de Zaragoza. Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2). 50013 Zaragoza;

³Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra;

⁴INGA FOOD S.A. 06200 Almendralejo

*lazolam@upv.edu.es

INTRODUCCIÓN

El potencial adipogénico del cerdo ibérico define la calidad de su carne y de sus productos curados. La grasa intramuscular (IMF) y la grasa subcutánea (SCF) y sus composiciones aportan atributos sensoriales y nutricionales altamente valorados. Sin embargo, la medición de estos fenotipos, además de su alto coste económico, solo es posible tras el sacrificio, lo que limita su inclusión en programas de mejora. Este estudio tiene como objetivo evaluar si la información derivada del microbiota intestinal puede predecir dichos fenotipos. Para ello, se busca identificar el momento óptimo durante el periodo de engorde en el que los datos del microbiota alcancen la mayor precisión predictiva de la composición grasa. Asimismo, se explora el potencial de la selección de variables (SV) para identificar aquellas que son las más relevantes, con el fin de optimizar la capacidad predictiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron un total de 554 muestras de heces de cerdos ibéricos de la empresa Inga Food S.A, repartidas entre los 140 días, 180 días, y el final del engorde (Mat). Los animales fueron criados en condiciones intensivas y alimentados *ad libitum*. Se extrajo el ADN de las muestras para secuenciar el gen 16S y se identificaron los ASVs utilizando el pipeline nf-core/ampliseq (Straub *et al.*, 2020). Posteriormente, se tomaron muestras de músculo longissimus thoracis y tejido adiposo subcutáneo de la región coccígea, analizando su perfil de ácidos grasos (FA) por cromatografía de gases de ésteres metílicos (Sandler y Karo, 1992). Los caracteres evaluados incluyeron el porcentaje de 15 FA, así como el porcentaje de FA saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA), poliinsaturados (PUFA) y de ω -3 y ω -6 PUFA, tanto en la IMF como en la SCF. Los caracteres se analizaron usando un modelo lineal mixto Bayesiano que incluyó efectos de lote y línea, y una matriz de covarianzas microbianas, implementado en BGLR (Pérez y de los Campos, 2014). La predicción de cada fenotipo se determinó como el promedio de la correlación entre valores predichos y observados en los conjuntos de prueba en 50 repeticiones de CV. En paralelo, se realizó una SV mediante Random Forest (Ho, 1995) para identificar ASVs más relevantes y reevaluar la capacidad predictiva en cada momento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos tejidos, la SV mejoró la predicción de los FA, con un impacto más relevante en caracteres como los SFA que presentaban un rendimiento basal más bajo ($r_{180-SCF} = 0,18$ vs. $r_{180-SCF-SV} = 0,31$ y $r_{Mat-SCF} = 0,40$ vs. $r_{Mat-SCF-SV} = 0,53$), mientras que los PUFA (incluidos ω -3 y ω -6) mantienen una alta estabilidad en las predicciones a lo largo del tiempo (ej. PUFA: $r_{140-IMF} = 0,69$ vs. $r_{140-IMF-SV} = 0,70$ y $r_{180-IMF} = 0,69$ vs. $r_{180-IMF-SV} = 0,73$). Además, la edad óptima de predicción difiere según el tipo de FA en ambos tejidos: mientras que en los SFA es al final del engorde, para los PUFA y MUFA resulta más apropiada a los 140 y 180 días, lo que sugiere que los puntos de muestreo más tempranos proporcionan señales más robustas de la composición de FA.

CONCLUSIÓN

La composición microbiana en cerdos ibéricos es un indicador robusto para predecir los FA, y mediante la SV y la elección adecuada del momento de muestreo, es posible mejorar la precisión de los modelos y realizar selecciones tempranas de fenotipos como los PUFA y MUFA, incluso antes del sacrificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Straub *et al.* 2020. Front Microbiol. 11: 550420. • Sandler, S.R. y Karo, W. 1992. Source Book Org Lab Prep. • Pérez, P. y de los Campos, G. 2014. Genetics 198: 483-95. • Ho, T.K. 1995. Proceedings of the 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition, 278-282.

Agradecimientos: A Inga Food por facilitar los animales y las instalaciones para la realización del estudio. Financiado por el Ministerio de Ciencia (PID2020-114705RB-I00) y la beca predoctoral Santiago Grisolia (CIGRIS/2021/098).

IMPACTO DE LA PROFUNDIDAD DE SECUENCIACIÓN EN LA CALIDAD DE LOS DATOS DE ESTUDIOS DE METATAXONOMIA Y ENSAMBLAJE DE METAGENOMAS

Ramayo-Caldas^{1*}, Y., Vourlaki¹, I.T., Clavell-Sansalvador¹, A., Río-López², R., García-Gil³, J., Xifro⁴, X. y Dalmau², A.

¹IRTA, Torre Marimon, Barcelona; ²IRTA, Monells, Girona; ³IDIBGI, Girona; ⁴TargetsLab, UdG, Girona

*yulixaxis.ramayo@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Los animales han evolucionado en estrecha interacción con su microbioma. No obstante, nuestra comprensión sobre los factores que regulan estas interacciones desde una perspectiva hologenómica es aún limitada. Los métodos de secuenciación masiva y la biología computacional han transformado el análisis hologenómico, permitiendo obtener y procesar datos del genoma del hospedador y de sus comunidades microbianas. Sin embargo, estas tecnologías no están exentas de sesgos ya que múltiples factores técnicos pueden influir en la calidad y utilidad de la información generada. El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de uno de ellos, la profundidad de secuenciación en la caracterización e identificación de biomarcadores en el microbioma asociado al holobionte porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo con 60 cerdos de la raza Duroc asignados durante el periodo de engorde en dos grupos: estrés (n=30) y control (n=30). Se tomaron muestras de heces a los 190 días para generar el perfil de la microbiota (metaT, secuenciación del gen 16S), y el microbioma (metaG, secuenciación del metagenoma completo). En ambos casos, se incluyeron comunidades sintéticas (ZymoBIOMICS®) como controles positivos. A partir de los datos de metaG, se generaron 4 conjuntos que representan diferentes profundidades de secuenciación incluyendo: metaG.sh ($1,0 \times 10^6$), metaG.r1 (25×10^6), metaG.r2 (35×10^6) y metaG.all (60×10^6) lecturas pareadas por grupo. El procesamiento bioinformático se realizó con Qiime2 (Bolyen *et al.*, 2019) para metaT; sylph v0.8.0 (Shaw y Yu, 2024) y nf-core/mag 3.3.0 (Krakau *et al.*, 2022) para generar el perfil taxonómico y ensamblado *de novo* de genomas (MAGs) a partir de metaG. Se comparó la composición taxonómica, similitud entre comunidades, número y calidad de MAGs identificados, evaluando además su capacidad discriminante y para identificar biomarcadores asociados a los grupos experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de comunidades sintéticas no reveló diferencias en la composición y similitud de estas. En cambio, las comunidades porcinas mostraron un importante efecto de la profundidad de secuenciación impactando tanto el número de taxonomías como de MAGs, con rangos que variaron desde 163 géneros, 345 especies y 5 MAGs (metaG.sh) hasta 509 géneros, 1220 especies y 488 MAGs (metaG.all). Por otra parte, la similitud (RV =0,72) entre metaT y metaG sugiere que la diversidad beta derivada de metaT podría servir como un proxy de metaG para estimar la variación interindividual, así como para su inclusión en modelos inferenciales o predictivos. En relación con la capacidad discriminante, observamos que una mayor profundidad de secuenciación tiene un impacto positivo, especialmente a niveles taxonómicos más específicos como el de especies, con una diferencia de precisión del 26,56% (metaG.sh=0,68 vs. metaG.all=0,81).

CONCLUSIÓN

Es necesario aplicar una profundidad de secuenciación adecuada para obtener una representación más completa y precisa de los ecosistemas microbianos, y para identificar biomarcadores. Esto subraya la necesidad de planificar cuidadosamente los experimentos y ajustar este factor técnico en función de los objetivos del estudio y la complejidad del ecosistema microbiano, para optimizar los consumibles, la calidad y utilidad de los datos generados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bolyen *et al.* 2019. Nat Bio. • Krakau *et al.* 2022. NAR Geno Bioinfo. • Shaw y Yu. 2024. Nat Bio.

Agradecimientos: Agencia Estatal de Investigación (PID2021-126555OB-I00). YRC es beneficiario de un contrato Ramón y Cajal (RYC2019-027244-I). ACS es beneficiario de un contrato (PRE2022-101829) financiado por el Ministerio de Educación de España. RRL es beneficiaria de un contrato doctoral (2024 FI-1 00034) financiado por AGAUR-FI Joan Oró de la Generalitat de Cataluña.

ANÁLISIS DEL MICROBIOMA DE LA LECHE MANCHEGA: ILLUMINA VS. PACBIO

Heddi^{1*}, I., Estellé², J., Garzón³, A., Ramon⁴, M., Martínez-Priego⁵, L.I., Manzano⁵, I. y Arias¹, R.

¹IRIAF, Cersyra, Av. Vño 10, 13300 Valdepeñas, España; ²Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350 Jouy-en-Josas, Francia; ³Universidad de Córdoba, Dpto. de Producción Animal, Ctra. Madrid-Cádiz km 3, 14071 Córdoba, España; ⁴INIA-CSIC, Mejora Genética Animal, Ctra. Coruña Km 7,5; 28040 Madrid, España; ⁵FISABIO Sequencing and Bioinformatics Service. Avenida de Cataluña 21, 46020 València, España

*iheddi@jccm.es

INTRODUCCIÓN

El estudio del microbioma ha adquirido una relevancia significativa en diversas áreas de la biología y la medicina, ofreciendo perspectivas esenciales sobre la composición, diversidad y funciones de los microorganismos en diversos ecosistemas. Entre los temas de interés, el microbioma de la leche de oveja Manchega destaca debido a sus potenciales implicaciones en procesos como la coagulación láctea y la calidad del queso Manchego. El desarrollo de las tecnologías de secuenciación de nueva generación (NGS), como Illumina y PacBio, ha transformado la capacidad de analizar el microbioma con una resolución sin precedentes. No obstante, estas plataformas presentan diferencias significativas en varios aspectos, lo que puede influir en la interpretación de los resultados. Por lo tanto, en este estudio, se compararon las plataformas de secuenciación Illumina y PacBio para el análisis del microbioma de la leche de oveja Manchega, utilizando el marcador 16S rRNA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de leche de cinco ovejas de raza Manchega, de las cuales se extrajo el ADN utilizando el kit DNeasy PowerFood (Qiagen, Hilden, Germany) siguiendo las instrucciones del fabricante. Las regiones del gen 16S rRNA fueron amplificadas y secuenciadas mediante las plataformas Illumina y PacBio en la Fundació Fisabio, y las secuencias obtenidas se procesaron utilizando el paquete estadístico DADA2 de R, que permitió realizar un control de calidad exhaustivo, corregir errores y realizar la anotación taxonómica en la base de datos SILVA (versión 132).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación entre las plataformas Illumina y PacBio en términos de control de calidad y resolución taxonómica reveló diferencias importantes. Durante las etapas de filtrado y recorte, se conservaron el 71% de las secuencias originales con Illumina, en comparación con el 49% con PacBio. Sin embargo, tras el proceso de denoising, ambas plataformas mostraron porcentajes similares de conservación de lecturas, con un 96% para Illumina y un 98% para PacBio. En la eliminación de quimeras, PacBio presentó una proporción extremadamente baja (0,2%), mientras que con Illumina se conservaron solo el 57,4% de las secuencias originales tras este paso. En términos de ASV, PacBio detectó un total de 557 ASV, mientras que Illumina identificó 5.525. A pesar de esta mayor capacidad para detectar ASV por parte de Illumina, esta técnica asignó un porcentaje significativamente menor de lecturas al nivel de géneros en comparación con PacBio (66,23% frente al 93,90%, respectivamente). Además, ambas plataformas asignaron una baja proporción de lecturas al nivel de especies, con un 5,21% para PacBio y un porcentaje aún más bajo (0,14%) para Illumina. En cuanto a la diversidad taxonómica, Illumina permitió identificar un mayor número total de taxones. Específicamente, 182 géneros y 192 especies fueron detectados exclusivamente con Illumina, mientras que únicamente 35 géneros y 60 especies se identificaron con PacBio. Los géneros más abundantes fueron consistentes entre ambas plataformas; sin embargo, se observaron diferencias significativas en la frecuencia relativa de algunos géneros. Por ejemplo, *Staphylococcus* fue más frecuente en PacBio (9,09% frente al 6,86% en Illumina). Destaca especialmente el caso de *Romboutsia*, que mostró una frecuencia notablemente mayor en PacBio (21,27%) en comparación con Illumina (0,98%).

CONCLUSIÓN

La comparación entre Illumina y PacBio revela que ambas plataformas tienen fortalezas complementarias. Illumina destaca por su capacidad para identificar una mayor diversidad genética y un número más amplio de taxones, mientras que PacBio ofrece una mayor precisión en la resolución taxonómica y una mejor calidad en la eliminación de artefactos, como las quimeras. Esto sugiere que la elección de la plataforma depende de los objetivos específicos de cada estudio.

Agradecimientos: Al INRAE, a la Fundació Fisabio y a AGRAMA. Este estudio está enmarcado en el Proyecto de Investigación PID2020-118031RR-C21.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS MICROBIANO: PLS-DA, RANDOM FOREST Y BAYES-C

Biada^{1*}, I., Tiezzi², F., Ibáñez-Escriche¹, N., García³, M.L., Argente³, M.J. y Santacreu¹, M.A.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, València 46022, España; ²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia; ³Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández de Elche, Orihuela, España
*ibiada@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

Los datos del microbioma son de alta dimensionalidad, dispersos y composicionales (Gloor *et al.*, 2017), y su análisis requiere métodos analíticos capaces de abordar esta complejidad. Este estudio compara los métodos Random Forest (RF), Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA) y Bayes-C en la clasificación de dos líneas genéticas de conejo a partir de su microbiota intestinal. El objetivo es evaluar el rendimiento predictivo de estos tres métodos y su relevancia biológica en la identificación de taxones microbianos determinantes para la clasificación de dos líneas maternas con diferente longevidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis microbiano se hizo a partir de muestras de heces blandas de 102 conejas nulíparas de dos líneas maternas (A y LP), 51 muestras por línea. La línea LP, fue fundada utilizando criterios de longevidad y productividad, mientras que la línea A es una línea materna comercial estándar (Sánchez *et al.*, 2008). Se compararon tres modelos para predecir la línea genética a partir del microbioma: Bayes-C, regresión bayesiana que asume que solo algunos taxones influyen en la clasificación; Random Forest, que construye árboles de decisión; y PLS-DA, que maximiza la covarianza entre la microbiota y la línea genética. Se siguió el procedimiento propuesto por Topçuoğlu *et al.* (2020) para la clasificación basada en el microbioma. Además, la selección de variables se realizó de manera iterativa, priorizando los taxones microbianos más relevantes en cada modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método PLS-DA mostró la mayor precisión predictiva y menor variabilidad ($AUC = 0,95 \pm 0,03$), seguido de Bayes-C ($AUC = 0,92 \pm 0,05$) y Random Forest ($AUC = 0,87 \pm 0,06$). El método PLS-DA seleccionó más variables (86), mientras que BayesC identificó 24 unidades taxonómicas y Random Forest 10, aunque con un solapamiento de taxones alto entre los modelos, destacando taxones compartidos como Eubacteriaceae y Lachnospiraceae. El método PLS-DA optimizó la precisión y Random Forest priorizó taxones biológicamente relevantes.

CONCLUSIÓN

Los métodos PLS-DA y Bayes-C lograron mayor precisión predictiva al capturar más características, mientras que Random Forest seleccionó menos taxones, pero con mayor relevancia biológica. El método PLS-DA ofreció una visión amplia de diferencias de microbioma entre líneas, mientras que Random Forest identificó taxones clave, siendo más eficiente para la selección dirigida de variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gloor, G.B., Macklaim, J.M., Pawlowsky-Glahn, V., Egozcue, J.J. 2017. *Frontiers in Microbiology* 8: 2224
 - Sánchez, J.P., Theilgaard, P., Mínguez, C., Baselga, M. 2008. *Journal of Animal Science* 86: 515-525.
 - Topçuoğlu, B.D., Lesniak, N.A., Ruffin, M.T., Wiens, J., Schloss, P.D. 2020. *mBio* 11: e00434-20.
- Agradecimientos:** Agradecemos a la Unión Europea y Generalitat Valenciana implicadas en AGROAL-NEXT/2022/037;PRTR-C17.I1), a la Generalitat Valenciana por la beca CIACIF/2021/005, y a Tamara Romero Rueda y Rafael Torres Lozano por su apoyo en la recolección de muestras y manejo de animales.

USO DEL APRENDIZAJE REPRESENTATIVO PARA LA PRIORIZACIÓN DE GENES ASOCIADOS A EFECTOS PLEIOTRÓPICOS EN GANADO OVINO DE LECHE

Fonseca^{1,2*}, P.A.S., Suárez-Vega², A., Gutiérrez-Gil², B., Marina², H., Pelayo², R. y Arranz², J.J.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León;

²Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, 24007 León

*p.fonseca@csic.es

INTRODUCCIÓN

El estudio de la pleiotropía ofrece oportunidades para entender mejor los mecanismos genéticos subyacentes a los caracteres complejos y puede contribuir a diseñar programas de selección más precisos. En el ganado ovino de leche se seleccionan caracteres que presentan correlaciones genéticas negativas, como son la cantidad de leche y los porcentajes de grasa y proteína. Comprender estas correlaciones, a menudo impulsadas por la pleiotropía, es importante para la selección simultánea de diferentes caracteres. Identificar y clasificar funcionalmente los genes asociados con los efectos pleiotrópicos es complejo pero esencial para comprender la base molecular de los caracteres productivos. La integración de datos ómicos, apoyada por modelos de aprendizaje automático como el *network embeddin* y el aprendizaje representativo, ofrece herramientas para identificar los genes responsables de los efectos pleiotrópicos. Este trabajo propone un flujo informático para integrar datos funcionales y multi-ómicos para mejorar la priorización de genes con efecto pleiotrópico.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una población de 3.459 animales de raza assaf genotipada con un chip de 50K e imputada para un total de 515.544 SNPs se ha analizado la asociación en el genoma completo para cinco caracteres de producción lechera que incluyen: la producción de leche, los porcentajes de proteína y grasa de la leche, el índice combinado de producción y un carácter de salud, recuento de células somáticas. Los fenotipos utilizados han sido los valores genéticos para una lactación normalizada de 150 días y facilitados por la asociación de criadores (ASSAFE). El efecto pleiotrópico para todos los marcadores incluidos en los análisis GWAS se estimó utilizando la estadística multi-carácter propuesta por Bolormaa *et al.* (2014). Por otro lado, se estimaron las redes de co-expresión génica (*weighted gene co-expression networks* WGCNs) a partir del transcriptoma de la leche de 28 ovejas assaf. Además, se realizó un enriquecimiento funcional y se construyeron redes utilizando los genes contenidos en cada WGCN y los términos de ontología génica, rutas metabólicas y *quantitative trait loci* (QTL). Los QTL se anotaron utilizando la información disponible en Sheep QTLdb a partir de las coordenadas de los genes significativos (100 Kb upstream and downstream) para el efecto pleiotrópico. Con la información de las redes construidas, se obtuvieron los *embedding vectors* para los genes en cada red (valor $p < 0,05$) mediante aprendizaje representativo. La probabilidad posterior de asociación (PPA) para efectos pleiotrópicos se estimó mediante una adaptación del pipeline REGENT (Wu *et al.*, 2018), integrando los *embedding vector* y los valores p a nivel de gen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, 111 genes fueron significativos para el efecto pleiotrópico y se ubicaron en el 1% superior de la PPA. La evaluación funcional de estos genes indicó una asociación con tres procesos biológicos: 1) transporte entre membranas; 2) metabolismo de lípidos; 3) desarrollo neural y estímulo nervioso. Además, entre los genes priorizados para el control del efecto pleiotrópico entre caracteres de producción y salud en ovejas lecheras se incluyeron genes responsables del desarrollo de la glándula mamaria (*SRF*), el control de la síntesis de proteínas y lípidos durante la lactación (*SLC7A5*, *CSN3*, *DAGLB* y *DEGS1*) y la modulación de la respuesta inmune (*RUNX3* y *TSC2*), entre otros.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que la integración de datos multi-ómicos e información funcional mediante un flujo de trabajo basado en *network embedding* y aprendizaje representativo, constituye una estrategia prometedora y potencialmente eficiente para priorizar los genes reguladores clave de efectos pleiotrópicos de interés entre caracteres de producción y salud en ovejas lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wu, M. *et al.* 2018. Methods 145: 41-50 • Liu, H. *et al.* 2009. Computational Statistics and Data Analysis 53: 853-856 • Bolormaa, S. *et al.* 2014. PLoS genetics 10(3): e1004198.

Agradecimientos: PASF ha sido beneficiario de un contrato María Zambrano en la Universidad de León financiada por el Ministerio de Universidades (España) y la Unión Europea-Next Generation EU.

REGIONES GENÓMICAS CON EFECTO DOMINANTE ASOCIADAS A LA ACUMULACIÓN DE GRASA EN CERDOS

Molinero*, E., Pena, R.N., Estany, J. y Ros-Freixedes, R.

Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida

– Agrotecnio-CERCA Center, 25198 Lleida, España

*eduard.molinero@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La acumulación de la grasa es un factor esencial en la calidad de la carne de cerdo. En particular, el contenido de grasa intramuscular (GIM) afecta atributos como el sabor y la textura (Hocquette *et al.*, 2010) y determina la aceptación por parte del consumidor (Fernández *et al.*, 1999). Otro carácter de acumulación de grasa que presenta interés comercial es el espesor de grasa dorsal (GD), que se relaciona con la eficiencia productiva (Faure *et al.*, 2013) y la composición de la canal. A pesar de que existen numerosos estudios de genes candidatos para ambos caracteres, la mayoría se limitan al efecto aditivo, sin considerar el efecto dominante. Sin embargo, en nuestra población Duroc de estudio hemos descrito una variante en el gen *LEPR* con efecto dominante sobre estos caracteres (Ros-Freixedes *et al.*, 2016). El objetivo de este estudio es identificar regiones asociadas con GD o GIM teniendo en cuenta el efecto aditivo y dominante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon 1.737 cerdos Duroc de distintos lotes de una línea comercial mediante los chips GGP-Porcine 70K (Illumina, San Diego, CA, EUA), PorcineSNP60 v2 Genotyping BeadChip (Illumina, San Diego, CA, USA), y PorcineSNP80 v1 Genotyping BeadChip (Illumina, San Diego, CA, USA). Se descartaron aquellos SNP con una frecuencia alélica inferior a 0,05 o con más de un 20% de genotipos ausentes, de tal forma que 39.882 superaron los filtros de control de calidad. Todos los cerdos fueron machos castrados con registro de GD al sacrificio y GIM del músculo *gluteus medius*. Se llevó a cabo un análisis de asociación para GD y GIM mediante el método Bayes B implementado en el software GenSel (Garrick y Fernando, 2013), incluyendo simultáneamente los efectos aditivo y dominante de cada variante, codificando los genotipos (AA, AB, BB) como (–10, 0, +10) y (0, +10, 0), respectivamente. Se consideraron relevantes aquellas ventanas de 1 Mb que explicasen por lo menos un 1% de la varianza total del carácter, y que presentasen un factor de Bayes ≥ 10 . Utilizando el factor de Bayes de las variantes, se determinó qué codificación era la más probable de introducir en el modelo, si la aditiva, la dominante o ambas. Se anotaron los genes situados en las ventanas asociadas a partir de Ensembl usando el *Scrofa 11.1* como genoma de referencia. Se realizó el análisis de las anotaciones funcionales de los genes mediante la base de datos DAVID y búsqueda bibliográfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron nueve ventanas asociadas con GD y cuatro con GIM. De estas, seis, para GD, y una, para GIM, presentaron variantes con efecto dominante. La ventana de GIM y una de las de la GD se localizó en el cromosoma (SSC) 6, entre 146-148Mb, región en la cual se encuentra el gen *LEPR*. Las otras ventanas para GD se encontraron en SSC1:160-162Mb, SSC2:41-42Mb, SSC3:112-113Mb, SSC7:115-116Mb y SSC18:10-11Mb. En estas regiones se localizan los genes *HIPK2*, *MYOD1* y *TPH1*, entre otros, cuya función se ha asociado con adiposidad.

CONCLUSIÓN

El uso de una metodología que incluye tanto efectos aditivos como dominantes ha permitido detectar nuevas regiones asociadas con la acumulación de grasa. Estas regiones presentan genes asociados con el contenido graso, los cuales pueden ser útiles para la una mejor comprensión de la base genética del acúmulo de la grasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Faure, J. *et al.* 2013. Meat Sci. 93: 37-45.
- Fernández, X. *et al.* 1999. Meat Sci. 53: 59-65.
- Garrick, D.J. y Fernando, R.L. 2013. Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction. pp. 275-298.
- Hocquette, J.F. *et al.* 2010. Animal 4: 303-319.
- Ros-Freixedes, R. *et al.* 2016. PLoS One 1: e0152496.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y Fondos FEDER (PID2021-125689OB-I00).

HACIA LAS EVALUACIONES POST-GENÓMICAS: USO DE INFORMACIÓN EPIGENÉTICA EN PROGRAMAS DE MEJORA

López-Catalina^{1,2,3*}, A., Reverter³, A. y González-Recio¹, O.

¹Departamento de Mejora Genética Animal, INIA-CSIC, Crta. de la Coruña km 7,5; 28040, Madrid, España; ²Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid, España;

³CSIRO Agriculture & Food, 306 Carmody Road, St. Lucia, Brisbane, Queensland 4067, Australia

*alopez.catalina@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de datos multi-ómicos, a costes cada vez más asequibles, abre nuevas oportunidades para optimizar los programas de selección. En particular, las marcas de metilación del ADN reflejan la interacción del genoma con el ambiente, regulando la expresión génica y contribuyendo a la adaptabilidad de los individuos. Un ejemplo del impacto de la epigenética es el desarrollo embrionario, durante el cual el feto realiza una reprogramación genética que puede influir en su vida adulta. El balance energético negativo al que están sometidas las vacas lecheras puede afectar a la reprogramación del feto gestante. Sin embargo, su integración en los modelos de evaluación genética requiere metodologías adecuadas para maximizar su utilidad en programas de selección. Este trabajo tiene dos objetivos: i) proponer un método de incorporación de la información epigenética en los métodos estadísticos de estimación de componentes de varianza y evaluaciones genéticas, ii) detectar marcas de metilación en terneras recién nacidas asociadas al estrés metabólico de las madres.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se secuenció el metiloma de seis vacas lecheras y se utilizó esta información para simular el perfil de metilación de 13.183 bovinos genotipados. Se adaptó el modelo multi-ómico recursivo (GOBLUP) para incorporar la información de metilación, y se utilizó el enfoque tradicional (BLUP) como método de referencia (López-Catalina *et al.*, 2025). Paralelamente, se empleó el chip de marcas epigenéticas del proyecto europeo RUMIGEN para realizar un epi-GWAS, integrando información genómica y epigenética para identificar regiones asociadas con la concurrencia o no de la lactación materna durante la gestación de la ternera. Se analizaron 480 muestras epi-genotipadas, con un total de 44.053 marcas de metilación, junto con datos de 63.388 SNPs.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo GOBLUP estimó con precisión la heredabilidad de la susceptibilidad a la metilación en diferentes escenarios (baja, media y alta heredabilidad) y permitió distinguir los efectos epigenéticos de los aditivos en caracteres complejos. Se propuso un nuevo Valor Epigenético Estimado (EEV), que combina información genética y epigenética, mostrando una correlación más alta con el valor genético verdadero (TBV) que los valores genéticos estimados tradicionales (EBV). El epi-GWAS identificó 146 posiciones con P-valor < 0,05, de las cuales 26 fueron significativas tras ajuste FDR, con un 40% localizadas en regiones génicas. Los genes asociados a estas regiones, como *SPTSSB*, *EFHB*, *MGC134040*, *HJV* y *NEUROD6*, están involucrados en procesos clave del desarrollo embrionario, la respuesta inmune y la adaptación a estímulos ambientales. El desarrollo de tecnologías emergentes, como EpiGLOWS (González-Recio, 2023) y los chips de epi-genotipado, permite la obtención simultánea de datos genéticos y epigenéticos a un coste asequible.

CONCLUSIÓN

Este estudio demuestra la viabilidad de incluir información epigenética en programas de mejora genética, optimizando la precisión de la selección al separar los efectos genéticos y epigenéticos. La integración de datos de metilación a través de modelos multi-ómicos como GOBLUP permite incluir la influencia ambiental sobre la regulación genética. El desarrollo de tecnologías emergentes que permiten la obtención simultánea de información genética y epigenética contribuirá a la implementación de nuevas metodologías en la mejora animal, optimizando la selección en entornos productivos cambiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• López-Catalina, A. *et al.* 2025. J. Anim. Breed. Genet. <https://doi.org/10.1111/jbgs.12925> • González-Recio, O. *et al.* 2023. J. Anim. Sci. Biotechnol. 14: 98.

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA TRANSFERENCIA FECAL DESDE UN MODELO PORCINO DE ESTRÉS CRÓNICO A RATONES AXÉNICOS

Clavell-Sansalvador¹, A., Martín-Rosique², R., Chadi², S., Río-Lopez³, R., García-Gil⁴, J., Xifró⁵, X., Dalmau², A. y Ramayo-Caldas^{1*}, Y.

¹Mejora y Genética Animal, IRTA; ²MICALIS, INRAE, France;

³Bienestar animal, IRTA; ⁴IDIBGI; ⁵TargetsLab, UdG

*adria.clavell@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El estrés crónico es un factor de riesgo asociado con los trastornos depresivos mayores (*MDD*), lo que resalta la necesidad de estudiar sus mecanismos subyacentes. Los modelos murinos son de gran utilidad en la investigación biomédica, pero la necesidad de explorar nuevos modelos, como el porcino, se hace evidente debido a su mayor similitud en cuanto a la fisiología y anatomía del cerebro y del sistema digestivo con los humanos. El objetivo del presente estudio es investigar la viabilidad e impacto de la transferencia de microbiota fecal de un modelo porcino de estrés crónico en ratones axénicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de heces al final del periodo de engorde (7 meses de edad) de 60 cerdos de raza Duroc, previamente asignados en dos grupos experimentales (control vs. estrés). Las muestras fecales se enviaron a Francia en condiciones anaeróbicas utilizando el kit GutAlive® (Martínez *et al.*, 2019). La transferencia fecal se realizó a 60 ratones axénicos de la cepa C3H, de seis semanas de edad, mediante gavage gástrico por vía oral con 200 µl de materia fecal. Esta materia fecal provenía de pools de cerdos estresados (SFT) o del grupo control (CFTM). Los ratones fueron alojados en dos incubadoras independientes en las instalaciones del INRAE. Se recolectaron muestras fecales semanalmente hasta el sacrificio, que se realizó en dos tiempos: a las tres semanas (T1) y a las cinco semanas (T2) del inicio del experimento. Durante el sacrificio, se obtuvieron muestras de plasma y tejido intestinal grueso y delgado con el fin de evaluar la respuesta inmune, el estado antioxidante y la integridad de la mucosa intestinal. El perfil de la microbiota fue determinado mediante secuenciación del gen 16S rRNA. El análisis bioinformático de las secuencias se llevó a cabo con Qiime2 (Bolyen *et al.*, 2019), y la predicción funcional se realizó con PICRUST2 (Douglas *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observamos diferencias entre los grupos de ratones en distintos niveles. De manera similar a reportes en pacientes con *MDD* (McGuinness *et al.*, 2022), los ratones del grupo SFT presentaron, tanto en T1 como en T2, niveles elevados de IgA e IgG en plasma. Este grupo mostró además una disminución en la capacidad antioxidante y un menor conteo de células caliciformes productoras de mucosa en el intestino. A nivel de la microbiota, y en línea con los resultados previamente observados en el grupo de cerdos estresados (Clavell-Sansalvador *et al.*, 2024), se observó un incremento de géneros bacterianos oportunistas en el grupo SFT. Por otra parte, las predicciones funcionales sugieren que en comparación con el grupo CFTM, el ecosistema microbiano del grupo SFT se caracterizó por una mayor biosíntesis de trimetilamina y degradación de L-histidina, así como una disminución en las rutas metabólicas del propionato, oxalato y la síntesis de vitaminas del complejo B.

CONCLUSIÓN

Nuestros resultados confirman que la transferencia de materia fecal desde un modelo porcino de estrés a ratones axénicos es viable, induciendo cambios en la microbiota similares a las observadas en cerdos estresados. Estas alteraciones de conjunto con el impacto a nivel funcional sugieren la utilidad del modelo para estudiar el eje microbiota-intestino-cerebro con implicaciones tanto en el bienestar animal como en la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bolyen, E. *et al.* 2019. Nat. Biotechnology 37: 852-857 • Clavell-Sansalvador, A. *et al.* 2024. Animals 14: 2704 • Douglas, G.M. *et al.* 2020. Nat. Biotechnology 38: 685-688 • Martínez, N. *et al.* 2019. Sci. Reports 9: 8327 • McGuinness, A.J. *et al.* 2022. Mol. Psychiatry 27: 1920-1935.

Agradecimientos: Agencia Estatal de Investigación (PID2021-126555OB-I00). YRC es beneficiario de un contrato Ramón y Cajal (RYC2019-027244-I). ACS es beneficiario de un contrato (PRE2022-101829) financiado por el Ministerio de Educación de España. RRL es beneficiaria de un contrato doctoral (2024 FI-1 00034) financiado por AGAUR-FI Joan Oró de la Generalitat de Cataluña.

ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROGENITOR DE ORIGEN CON UN MODELO GAMÉTICO GENÓMICO PONDERADO

López-Carbonell^{1*}, D., Vitezica², Z.G., Aguilar³, I., Legarra^{4,5}, A. y Varona¹, L.

¹Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza 50013, Zaragoza, España;

²GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT 31326, Castanet-Tolosan, Francia;

³Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Montevideo 11500, Uruguay;

⁴CDCB, 4201 Northview Drive, Bowie, MD 20716, USA; ⁵Department of Animal and Dairy Science, University of Georgia, Athens 30602, GA, USA

*davidlc@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los modelos gaméticos se desarrollaron con el objetivo incluir los efectos asociados al progenitor de origen en las evaluaciones genéticas (Schaeffer *et al.*, 1989). Estos efectos se basan, entre otras posibles causas, en el fenómeno de impronta genética. La consideración de la impronta en la evaluación genómica radica en el empleo de matrices de relaciones gaméticas genómicas (Nishio y Satoh, 2015), que atribuyen la misma importancia a priori a todos los marcadores SNP. Por otra parte, se han desarrollado procedimientos de BLUP genómico ponderado (Karaman *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo gamético genómico ponderado bivalente y aplicarlo al carácter peso al nacimiento de la raza bovina Rubia Gallega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 4.743 datos de peso al nacimiento con media 42,25 y desviación típica 6,37. Todos los individuos disponen de información genómica obtenida con la plataforma Axiom BovMDv3, que se compone de 45.291 marcadores SNP después de un filtrado estándar. Posteriormente, se procedió a la asignación de las fases haplotípicas mediante el programa FImpute (Sargolzaei *et al.*, 2014). A continuación, se calcularon las matrices de relaciones gaméticas, G (Nishio y Satoh, 2015), y se estimaron componentes de varianza con el programa BLUPF90+ (Miszta *et al.*, 2018) bajo el modelo:

$$y = Xb + Wp + Z_m g_m + Z_v g_v + e$$

Donde b es el vector de efectos sistemáticos (sexo, edad de la madre), p es el vector de efectos aleatorios rebaño-año-estación, Z_v y Z_m son los vectores de los efectos gaméticos paternos y maternos, y e es el vector de residuos. La distribución de los efectos gaméticos se calculó según el algoritmo de Nishio y Satoh (2015). A partir de estos resultados, se calcularon las varianzas gaméticas parentales para cada SNP (Wang *et al.*, 2012), que fueron utilizadas para ponderar su contribución en las matrices de relaciones gaméticas para cada uno de los efectos (G_m , G_v) y para la covariada entre ellos (G_{mv} , G_{mv}). Los resultados de los modelos sin ponderar y ponderado se compararon mediante AIC (Akaike, 1974).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados arrojaron un mejor grado de ajuste (AIC) para el modelo ponderado (-6.463,23 vs. -6.434,36). Asimismo, la correlación entre ambos efectos gaméticos pasó de 0,66 a 0,81 y las varianzas gaméticas materna y paterna también se incrementaron (7,7 a 9,5 y 3,8 a 5,4 Kg²).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que la ponderación diferenciada de los efectos de impronta genómica en función de la vía de origen es factible en las evaluaciones gaméticas y proporciona un posible beneficio en las estimaciones y predicciones de parámetros genéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schaeffer, L.R., Kennedy, B.W., Gibson, J.P. 1989. J. Dairy. Sci. 72: 1266-1272.
- Nishio, M. y Satoh, M. 2015. Gen. Sel. Evol. 47: 32.
- Karaman, E., Lund, M.S., Anche, M.T., Janss, L., Su, G. 2018. G3. 8: 3549-3558.
- Sargolzaei, M., Chesnais, J.P., Schenkel, F.S. 2014. BMC Genomics 15: 478.
- Misztal, I., Tsuruta, S., Lourenco, D., Yutaka, M., Aguilar, I., Legarra, A., Vitezica, Z. 2014. Manual for Blupf90 Family of Programs.
- Wang, H., Misztal, I., Aguilar, I., Legarra, A., Muir, W.M. 2012. Gen. Res. 94:73-83.
- Akaike, H. 1998. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle.

Agradecimientos: Los autores agradecen a ACRUGA la disponibilidad de la información. D. L. C. está financiado por el Gobierno de Aragón mediante un contrato como investigador predoctoral.

IMPACTO DE LA CONSANGUINIDAD DEL HUÉSPED SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA MICROBIOTA VAGINAL EN OVINOS Y SU RELACIÓN CON LA TASA DE PREÑEZ

Reinoso-Peláez^{1,2*}, E.L., Serrano¹, M., Fernández¹, A., Villanueva¹, B. y Saura³, M.

¹INIA-CSIC, Crta. de la Coruña Km 7,5, 28040 Madrid; ²ETSIAAB-UPM, Av. Puerta de Hierro 2, 28040 Madrid; ³IIM-CSIC, Rúa de Eduardo Cabello 6, 36208 Vigo
*edgar.reinoso@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la conservación de especies se ha centrado en la variabilidad genética nuclear y mitocondrial para definir unidades de manejo y evaluar riesgos de extinción. Sin embargo, se ha evidenciado que la microbiota no solo juega un papel fundamental en la salud y adaptación de los organismos, sino que también puede estar influenciada por la genética del huésped. En poblaciones con baja variabilidad genética, como aquellas amenazadas o sometidas a procesos de domesticación y selección artificial intensos, la consanguinidad podría afectar no solo a la diversidad genética y la depresión consanguínea del huésped, sino también comprometer la estabilidad y funcionalidad de la microbiota, un aspecto que aún está poco investigado. Por tanto, el objetivo de este estudio es evaluar el impacto de la consanguinidad del huésped sobre la diversidad de la microbiota vaginal en ovejas de tres razas ovinas españolas, y determinar su influencia en la tasa de preñez por inseminación artificial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon 243 ovejas de las razas Manchega, Latxa y Rasa Aragonesa utilizando un chip de 606K SNPs. Se estimaron distintos coeficientes de consanguinidad genómica, incluyendo aquellos basados en la proporción de genotipos homocigotos (F_{NEJ}), la proporción de segmentos de homocigosis (F_{ROH}) y los derivados de la matriz de relaciones genómicas (F_{VR} y F_{YANG}) (Villanueva *et al.*, 2021). La ocurrencia de depresión consanguínea para preñez se evaluó utilizando un modelo mixto umbral en el que el coeficiente de consanguinidad se incluyó como covariable. La microbiota vaginal de las mismas ovejas se secuenció mediante metabarcoding de las regiones V3-V4 del ARN ribosómico 16S, y mediante una aproximación metagenómica utilizando la tecnología de secuenciación por nanoporos. La diversidad de la microbiota se cuantificó, para diferentes niveles taxonómicos, a través de estimadores de diversidad alfa, como son la riqueza observada, el índice de Chao1, el índice de Shannon y el índice de Simpson. La relación entre el coeficiente de consanguinidad y la diversidad microbiana se evaluó mediante análisis de correlación de Spearman, y la significación estadística se determinó mediante un t-test corregido para múltiples comparaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectó depresión consanguínea significativa para la tasa de preñez. Los estimadores de diversidad alfa obtenidos mediante metabarcoding y metagenómica, mostraron correlaciones negativas significativas con los coeficientes de consanguinidad genómica, excepto en el caso de los índices de Shannon y Simpson. Esta ausencia de correlación puede explicarse porque estos índices están ponderados por la abundancia relativa y la equitatividad en la distribución de los taxones. Las correlaciones más fuertes se dieron con F_{YANG} (-0,19) y las más débiles con F_{VR} (-0,08). Nuestros resultados muestran una tendencia similar a los encontrados en estudios recientes en cerdos, donde se ha observado una disminución en la diversidad de la microbiota intestinal asociada al aumento de la consanguinidad del huésped (Wei *et al.*, 2020), así como una mayor diversidad microbiana relacionada con un incremento en el número de copias en el genoma del huésped (Ramayo-Caldas *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que el aumento de la consanguinidad no solo reduce la eficacia biológica de los animales estudiados, sino que también afecta a su capacidad para mantener una microbiota sana y diversa. Esto puede deberse tanto al efecto genético del huésped sobre el ambiente en el que se desarrolla como a interacciones genéticas huésped-microbiota que intensifican estos efectos, subrayando la importancia de preservar la variabilidad genética en los programas de selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Villanueva, B. *et al.* 2021. Genet Sel Evol 1: 53-42 • Ramayo-Caldas, Y. *et al.* 2023. Microbiol. Spectrum 11: e05271-22. • Wei, L. *et al.* 2020. Animals 10: 2125.

Agradecimientos: Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (proyecto RTI-2018-096487-R-C33).

CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE CARACTERES DE METANO OBTENIDAS EN DIFERENTES PAÍSES CON DIFERENTES METODOLOGÍAS

Teran^{1*}, E., Stephansen², R.B., Almasi³, F., Milkevych³, V., Miglior^{4,5}, F., Baes^{5,6}, C.F., Lassen^{2,7}, J., Pryce³, J.E. y Gonzalez-Recio¹, O.

¹INIA-CSIC, Crta. de la Coruña km 7,5, 28040 Madrid; ²Center for Quantitative Genetics and Genomics, Aarhus University, C. F. Møllers Allé 3, 8000 Aarhus, Denmark; ³Agriculture Victoria Research, Agribio, 5 Ring Rd, Bundoora 3083 Vic, Australia; ⁴Lactanet Canada, Guelph, ON, Canada, N1K 1E5; ⁵Centre for Genetic Improvement of Livestock, University of Guelph, Guelph, ON, N1G 2W1, Canada; ⁶Vetsuisse Faculty, Institute of Genetics, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland. ⁷Viking Genetics, Ebeltoftvej 16, Assentoft, 8960 Randers, Denmark
*ester.teran@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La medición de producción de metano en el ganado vacuno ha cobrado más importancia, con varios países sumándose progresivamente a esta práctica, destacando España como uno de los pioneros en realizar valoraciones directas de metano obtenidas con *sniffers*. La utilización de *sniffers*, ha permitido la obtención de un elevado número de registros. Sin embargo, esta tecnología tiene algunas limitaciones, como por ejemplo una alta variabilidad y la necesidad de utilizar fórmulas para obtener medidas de producción. Mediante convenios y proyectos de colaboración entre países, es posible comparar las mediciones obtenidas por ellos y validar las estimas obtenidas localmente. El objetivo de este trabajo fue comparar las estimas de metano obtenidas con *sniffers* de España, con otras metodologías implementadas en otros países y evaluar la fiabilidad de las estimaciones de valores genéticos, mediante el uso de modelos multi-carácter.

MATERIAL Y MÉTODOS

La base de datos fue obtenida del proyecto *The Efficient Dairy Genome Project*, en el que colaboran diferentes países, incluyendo España (ESP), Canadá (CDN), Suiza (CHE), Australia (AUS) y Dinamarca (DNK). Se obtuvieron datos emisiones de metano, pedigrí y genotipos. Se analizaron 28.775 datos de 4.731 vacas lecheras. Las metodologías de medición de metano fueron: *sniffers* (SN; ESP y DNK), GreenFeed (GF; CDN y CHE), cámara de respiración (CR; CHE) y SF6 tracer (SF6; AUS). Se evaluaron las correlaciones genéticas de las medias semanales entre los países, utilizando un modelo lineal mixto; con el estado de lactación, el número de parto y el mes de parto como efectos fijos y el rebaño-semana-año, como efecto aleatorio. Luego se utilizó un modelo multi-carácter entre los países que presentaban correlaciones positivas con España y entre sí, para evaluar las fiabilidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las correlaciones genéticas oscilaron entre -0,22 y 0,71. La correlación más baja fue entre CDN vs. CHE ($0,04 \pm 0,33$), la cual mostró además una alta desviación en la distribución posterior. La correlación entre ESP y el resto de los países mostró valores negativos en DNK ($-0,22 \pm 0,33$), a pesar de ser datos provenientes de *sniffers*, y, positivos con CDN (SN|GF) y CHE (SN|GF&CR) donde, además, fue alta para este último ($0,12 \pm 0,26$ y $0,71 \pm 0,16$, respectivamente), indicando una posible correspondencia entre datos de SN y GF&CR. Además, el número de padres compartidos entre ESP y CDN fue elevado (14% en CDN y 7% en ESP), seguido por CHE. En un estudio anterior, van Breukelen *et al.* (2023), también encontraron correlaciones genéticas positivas, entre SN y GF ($0,76 \pm 0,15$), aunque, comparando mediciones de animales de la misma granja. En cuanto a la correlación con AUS (SF6), no se obtuvieron resultados debido a incompatibilidades entre pedigrí y genotipos.

CONCLUSIÓN

El análisis de caracteres de metano obtenidos con diferentes metodologías y provenientes de diferentes regiones, es una herramienta útil para evaluar la capacidad predictiva de las metodologías utilizadas. Además, el uso de enfoques multi-carácter permitirá mejorar las fiabilidades de las predicciones obtenidas con *sniffers*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• van Breukelen, A.E *et al.* 2023. Heritability and genetic correlations between enteric methane production and concentration recorded by GreenFeed and sniffers on dairy cows. J. Dairy Sci. 106: 4121-4132.

DAIRY CATTLE BREEDING SIMULATION PROGRAM (DCBSP) v.6.03, UN ENTORNO COMPETITIVO PARA IMPARTIR MEJORA GENÉTICA ANIMAL

Casellas^{1*}, J., Medrano², J.F., Ahmadi², A. y Cánovas¹, Á.

¹Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España; ²Department of Animal Science, University of California-Davis, Davis 95616, CA, EUA;

³Centre for Genetic Improvement of Livestock, Department of Animal Biosciences, University of Guelph, Guelph N1G 2W1, Ontario, Canadá

*joaquim.casellas@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El *Dairy Cattle Breeding Simulation Program* (DCBSP) es un entorno virtual de simulación de rebaños de bovino lechero, enfocado a la docencia de mejora genética animal. Sus orígenes se sitúan a finales de la década de 1950 en la Michigan State Univ. (East Lansing, MI, EUA), donde L.D. McGilliard desarrolló las primeras versiones del programa en lenguaje FORTRAN sobre tarjetas perforadas. En ese momento la selección se centraba únicamente en el carácter litros de leche y no fue hasta la década de 1970 que M. L. McGilliard y D. Edlund (Virginia Tech Univ., Blacksburg, VI, EUA) lo ampliaron a un contexto multi-carácter. El año 1979 permitía ya simular hasta 100 rebaños evaluados mediante índices de selección, y se usó en 49 universidades a nivel internacional. Posteriormente, J.F. Medrano (Univ. California-Davis, Davis, CA, EUA) coordinó e impulsó las actualizaciones del programa a partir de la década de 1990, incluyendo evaluación BLUP sin límite de rebaños (v.3.4., julio 2007) y evaluación genómica (v.5.07., abril 2016). De forma paralela, se desarrollaron soportes web (Medrano *et al.*, 2010; Ibañez-Escriche *et al.*, 2022) para la interacción entre los usuarios y el DCBSP. Esta versión del programa simulaba de forma flexible y realista los aspectos productivos y reproductivos de un rebaño lechero con un énfasis especial en la selección por caracteres productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La versión 6.03 del DCBSP se ha desarrollado específicamente para mantener todas las funcionalidades de las versiones previas, incluyendo mejoras relevantes en los aspectos reproductivos. En este sentido, se ha sumado entre los caracteres fenotípicos evaluados la tasa de fertilidad de la vaca. Su media y componentes de varianza vienen definidos a priori por el administrador del programa, y se evalúan mediante un modelo BLUP multi-carácter juntamente con los litros de leche, el porcentaje de grasa y el porcentaje de proteína (permitiéndose también las mismas opciones de evaluación genómica que para los demás caracteres fenotípicos). Con el objetivo de completar el enfoque reproductivo del programa, el aplicativo web permite también el uso de semen sexado, cuyo coste económico y porcentaje de terneras en la descendencia lo define el administrador del programa de manera totalmente flexible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de la tasa de fertilidad, como un carácter reproductivo, en el marco de evaluación genética/genómica del DCBSP provoca un cambio muy relevante en el esquema de simulación, puesto que por primera vez se permite seleccionar para un fenotipo que incide directamente en la evolución de las vacas del rebaño. En este sentido, tanto la selección intencionada sobre el carácter fertilidad como la selección indirecta (por correlación genética con los demás fenotipos) pueden incidir directamente sobre los días abiertos de cada vaca/ternera y, en consecuencia, sobre el número de terneras disponibles para selección en cada ronda. La posibilidad de inseminar con semen sexado (con o sin coste económico adicional) busca precisamente aportar una opción adicional y realista para la gestión de la futura reposición.

CONCLUSIÓN

Se presenta el DCBSP v.6.03 y su soporte web que permite una aproximación práctica y realista a la selección genética y genómica en bovino lechero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ibañez-Escriche, *et al.* 2022. en Trends on Active Learning Methods and Emerging Learning Technologies, pp. 69-83, Springer.
- Medrano, J., Ahmadi, A., Casellas, J. 2010. J Dairy Sci. 93: 2816-2826.

CONSANGUINIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA BASADA EN REGIONES DE HOMOCIGOSIS EN UNA POBLACIÓN CERRADA DE CERDOS IBÉRICOS

Palma-Granados^{1*}, P., García-Casco^{1,2}, J.M., Ramón¹, M.,
Delgado-Gutierrez¹, M.A., Sánchez-Esquiliche³, F. y Muñoz¹, M.

¹INIA-CSIC Crta. La Coruña Km 7,5, 28040 Madrid; ²Centro de I+D Cerdo Ibérico, INIA-CSIC, 06300 Zafra, Badajoz; ³Sánchez Romero Carvajal Jabugo SA, 21290 Huelva
*patricia.palma@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La consanguinidad es un indicador de la variabilidad genética, y su evaluación y control son esenciales en los programas de mejora genética. Mediante el análisis de las regiones de homocigosis (ROH) a través del genotipado de SNPs se puede calcular la consanguinidad genómica utilizando el coeficiente de consanguinidad F_{ROH} (Saura et al., 2013). Además, las ROHs son una herramienta poderosa para investigar la estructura genética de una población. El objetivo de este estudio fue calcular los índices de consanguinidad F_{ROH} y estimar el número, la longitud y la frecuencia de las ROHs, así como analizar la presencia de islas de ROH, definidas como regiones genómicas con una alta densidad de homocigosidad compartida por un porcentaje significativo de individuos, en una población cerrada de cerdos Ibéricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales analizados en este estudio pertenecen a una población de cerdos Ibéricos propiedad de la empresa Sánchez Romero Carvajal (SRC), que se mantiene cerrada desde hace más de 20 años, con una población base de 600 cerdas y 15 verracos. En total, se genotiparon 523 individuos, nacidos entre 2016 y 2021 provenientes de 500 cerdas y 20 verracos, representativos de la piara, utilizando el Illumina PorcineSNP60 BeadChip. El control de calidad se realizó con el software PLINK, mientras que el paquete *detectRuns* se empleó para identificar las ROHs mediante la opción de ventana deslizante, estableciendo una longitud mínima de 1 Mb y un mínimo de 15 SNPs para cada ROH. Las ROHs se clasificaron en 5 clases según la longitud (en Mb): 1-2, 2-4, 4-8, 8-16 y >16. Una región ROH fue considerada como isla cuando se presentó en al menos el 69% de los individuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 40.516 ROHs y un valor F_{ROH} para la población de 0,23. El 60% de las ROHs identificadas fueron cortas (1-4Mb), mientras que un 7,8% fue mayor de 16Mb, asociadas a una endogamia reciente (Keller et al., 2011). Los valores de F_{ROH} por cada clase descendieron desde 0,23 en el grupo 1-2Mb hasta 0,10 en la clase >16Mb. El mayor número de ROH se detectó en el cromosoma 6 (10,3%), mientras que el menor se registró en el cromosoma 18 (2,47%). Se identificaron un total de 9 islas de ROHs. Los cromosomas 2, 6 y 8 presentaron dos islas cada uno, mientras que los cromosomas 12, 13 y 14 albergaron una isla cada uno. Entre ellas, destacó una isla en el cromosoma 6, compartida por el 96% de la población, lo que sugiere la presencia de un efecto genético común o una posible selección en esta región. Según la clasificación funcional de los genes obtenida con el software DAVID, los genes dentro de esta isla están relacionados con vías inmunológicas y regulación transcripcional, destacando genes de la familia *NLRP* y de la familia *ZNF* en estas funciones, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La consanguinidad moderada de la población y la prevalencia de ROHs de menor tamaño indican una mayor proporción de consanguinidad ancestral, resultado de la falta de control genealógico en las explotaciones tradicionales de cerdo Ibérico en décadas pasadas. Sin embargo, el incremento de consanguinidad se ha intentado controlar a partir del registro genealógico iniciado con el programa de mejora, y las consiguientes cubriciones dirigidas. Por ello, a pesar de la selección efectuada, la endogamia reciente es moderada. Respecto a los resultados de las islas de ROHs indican que los genes relacionados con funciones inmunológicas y transcripcionales podrían haber estado sujetos a presión selectiva, sugiriendo una posible adaptación a factores ambientales o patógenos, así como una regulación génica más eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Saura, et al. 2013. PLoS ONE 8: e78314.
- Keller et al. 2011. Genetics 189: 237-49.

Agradecimientos: Este proyecto está financiado por el CDTI IDI-20220528.

EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LAS HEMBRAS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA

Meneses*, C., Carabaño, M.J., Ramón, M. y Díaz, C.

INIA-CSIC, 28040 Madrid

*meneses.cristina@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La fertilidad de las hembras reproductoras es un carácter clave que condiciona la rentabilidad de los sistemas de cría extensiva de ganado vacuno de orientación cárnica. En un estudio previo, Meneses *et al.* (2015) determinaron que una hembra de raza Avileña-Negra Ibérica (ANI) necesita tener al menos cuatro partos para cubrir todos los costes que genera a lo largo de su vida productiva. En el momento actual, la raza ANI proporciona valoraciones genéticas para los caracteres edad al primer parto (EPP), centrando su objetivo a los 28 meses y, el intervalo entre el primer y el segundo parto (IP_{1-2}), buscando un IP_{1-2} de 365 días. Sin embargo, la eficiencia reproductiva requiere que la ciclicidad se mantenga posteriormente a lo largo de toda la vida reproductiva. Es por ello que se propone la inclusión de un nuevo carácter cuya mejora permitirá acortar el periodo que una hembra requiere para contribuir a la rentabilidad de la explotación. El objetivo del presente trabajo es estimar los parámetros genéticos para dos caracteres de eficiencia reproductiva, definida como el número de partos de una hembra a los 64 meses de edad (F64), edad con ciclicidad óptima para conseguir 4 partos, y el carácter edad al cuarto parto (EP4), además de estimar las correlaciones genéticas con los caracteres evaluados actualmente EPP e IP_{1-2} .

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se contó con 40.387 registros reproductivos de hembras ANI con primer parto entre 610 y 1.281 días de edad, y partos consecutivos con intervalos entre 289 y 600 días. Con esta información se determinaron los valores de EPP, IP_{1-2} , F64 y EP4, definidos anteriormente. Para el carácter F64 se incluyeron como datos censurados el número de partos de reproductoras que tenían menos de 64 meses a la fecha del último registro de parto. Finalmente, para el carácter F64 se usaron 11.515 datos completos (vacas que han alcanzado 64 meses de edad con un registro reproductivo continuo) y 10.792 datos censurados. Para el carácter EP4, no se empleó censura y el número de registros fue de 8.442. La genealogía constó de 35.639 registros. Se realizaron análisis con modelos bicarácter (modelo umbral para el F64), usando los módulos Gibbsf90+ y PostGibbsf90 de los programas BLUPf90 (Misztal *et al.*, 2018). Los modelos estadísticos para F64 y EP4 incluyeron el efecto fijo del grupo de comparación (rebaño-año primer parto), la edad al primer parto como covariable y el efecto genético aditivo de la hembra (modelo animal). Para los caracteres EPP e IP_{1-2} los efectos incluidos fueron los mismos que los empleados en el modelo bicarácter de valoración genética.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estimas de heredabilidad para los caracteres de F64 y EP4 oscilaron entre 0,11 y 0,12; con una correlación genética alta. Además, para los caracteres de fertilidad evaluados actualmente, EPP e IP_{1-2} , las estimas de heredabilidades fueron algo más altas (entre 0,07 y 0,09) que las obtenidas hasta ahora con el modelo bicarácter empleado en su valoración. La correlación genética estimada entre los nuevos caracteres de eficiencia reproductiva fue baja con el carácter EPP y muy elevada con el carácter IP_{1-2} . Similarmente, Rizzo *et al.* (2015) también encontraron una elevada correlación entre el carácter binario 'stayability' (permanencia reproductiva) para un mínimo de 3 partos a los 76 meses y el carácter IP_{1-2} .

CONCLUSIÓN

Los nuevos caracteres F64 y EP4 se postulan como candidatos a reemplazar el carácter IP_{1-2} para evaluar la eficiencia reproductiva en esta raza por presentar heredabilidades más altas y estar más ligados a la rentabilidad económica. La utilización de técnicas de análisis estadístico que posibilitan la inclusión de datos censurados permitiría solventar el problema de una medida tardía de estos caracteres frente al carácter IP_{1-2} .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Meneses, C. *et al.* 2015. Producción Animal, Julio/Agosto.
- Misztal *et al.* 2018. University of Georgia.
- Rizzo, E.C.A. *et al.* 2015. Genet. Mol. Res. 14: 14956-14966.

Agradecimientos: Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio de colaboración (CC17-143) entre el INIA-CSIC y RAEANI.

RoPIG: SELECCIÓN PARA ROBUSTEZ Y BIENESTAR EN CERDO IBÉRICO UTILIZANDO LA HOMOGENEIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO COMO CRITERIO DE SELECCIÓN

Cervantes^{1*}, I., Formoso-Rafferty², N., Sánchez-Esquiliche³, F., Márquez³, F., Muñoz⁴, M., García-Casco^{4,5}, J.M. y Gutiérrez³, J.P.

¹Dpto. Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM; ²Dpto. Producción Agraria. ETSIAAB, UPM;

³Dpto. Agropecuaria. Sánchez Romero Carvajal-Jabugo; ⁴Dpto. Mejora Genética INIA-CSIC Madrid;

⁵Centro de I+D del cerdo Ibérico-Zafra INIA-CSIC

*icervantes@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

La selección para modificar la variabilidad del peso al nacimiento (PN) en ratón ha mejorado el conocimiento sobre la relación entre la homogeneidad y la productividad, el bienestar y la robustez de los animales (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016, 2018, 2019, 2022, 2023; El-Ouazizi El-Kahia *et al.*, 2023). La variabilidad del PN como medida de uniformidad en porcino es de interés siendo su principal objetivo obtener una ventaja no sólo en la uniformidad de los caracteres sino en una disminución de la mortalidad de los lechones (Gutiérrez *et al.*, 2022). Hasta hoy, los criterios de selección porcina tenían en cuenta principalmente el tamaño de la camada, aunque también el peso del lechón y su supervivencia. En 2022, nuestro grupo comenzó una colaboración con Sánchez Romero Carvajal-Jabugo (SRC) para llevar a cabo un experimento de selección para homogeneidad del PN. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la selección tras dos generaciones de selección.

MATERIAL Y MÉTODOS

La población experimental comenzó a partir de una población preexistente de SRC con pedigrí conocido. Se han llevado a cabo dos generaciones de selección. Cada generación ha constado de dos réplicas (154 hembras y 14 machos cada una). Los lechones han sido seleccionados para el componente genético de la variabilidad del PN utilizando un modelo de varianza residual heterogénea asumiendo que tanto el carácter como su variabilidad son maternos usando el programa GSEVM (Ibáñez-Escriche *et al.*, 2010). En la actualidad hay un total de 4.737 lechones pesados al nacimiento procedentes de 728 primíparas. El pedigrí empleado en el análisis ha contado con 4.478 animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El coeficiente de variación genética para la variabilidad del PN fue de 0,43 (0,07) siendo la correlación genética entre el peso y su variabilidad ambiental de -0,36 (0,14). El estudio de los efectos sistemáticos del modelo nos informa que las camadas de tamaño intermedio fueron más homogéneas y que las hembras presentaron menos variabilidad del PN que los machos. Con respecto al efecto lote, los realizados en la generación 2 fueron los menos homogéneos. La variabilidad del peso del lechón se reduce conforme aumenta la edad de la cerda. En cuanto al propio PN, la heredabilidad (materna) en un escenario de efectos sistemáticos promedio fue de 0,16. La respuesta esperada con los parámetros genéticos actuales se espera que sea de una reducción de la variabilidad del 14% cada generación.

CONCLUSIÓN

La tendencia genética analizada muestra una reducción de la variabilidad del PN sin afectarse el propio PN del lechón mediante selección. Estos resultados preliminares muestran que existe un elevado componente ambiental (selección realizada en condiciones de campo) que dificulta observar el efecto de la selección de forma clara en la tendencia fenotípica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Formoso-Rafferty *et al.* 2016. *Animal* 10: 1770-1777
- Formoso-Rafferty *et al.* 2018. *J. Anim. Breed. Genet.* 135: 378-389
- Formoso-Rafferty *et al.* 2019. *Genet. Sel. Evol.* 51: 27
- Formoso-Rafferty *et al.* 2022. *J. Anim. Breed. Genet.* 139: 370-379
- Formoso-Rafferty *et al.* 2023. *J. Anim. Breed. Genet.* 140: 549-557
- El-Ouazizi El-Kahia *et al.* 2023. *J. Anim. Sci.* 101: 1-8
- Gutiérrez *et al.* 2022. *Suis.* 192: 10-14
- Ibáñez-Escriche *et al.* 2010. *J. Anim. Breed. Genet.* 127: 249-251.

Agradecimientos: Este estudio está financiado por un proyecto del Ministerio de Innovación Ciencia y Universidades: PID2023-149012OB-I00 (RoPIG). Se agradece la colaboración de la Sánchez Romero Carvajal-Jabugo, especialmente al personal de la finca de Coto Gomeles (Ronda, Málaga).

INFLUENCIA DEL GEN DEL RECEPTOR DE LEPTINA EN LA MICROBIOTA INTESTINAL Y SU RELACIÓN CON LA ADIPOSIDAD EN CERDOS DUROC

Suárez-Mesa, R., Laghouaouta, H., Seradj, A.R., Ros-Freixedes, R., Pena, R.N. y Estany*, J.

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida-Universitat de Lleida

– Agrotecnio CERCA Center, 25198 Lleida

*joan.estany@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El presente estudio investiga la influencia de la genética del huésped sobre su microbiota, utilizando como modelo la mutación rs709596309 (C>T) del gen del receptor de leptina (*LEPR*), cuyo efecto sobre la adiposidad en cerdos está bien documentado (Óvilo *et al.*, 2005; Ros-Freixedes *et al.*, 2016). En un experimento reciente de nuestro grupo se observó que los cerdos TT comen más y son más grasos que los cerdos C– (CT y CC), entre otras diferencias (Suárez-Mesa *et al.*, 2023; Suárez-Mesa *et al.*, 2024). Por otra parte, existen evidencias en porcino de que la microbiota influye en la obesidad (Yang *et al.*, 2016). En este trabajo se comparó la microbiota de cerdos TT y C–, con el fin de evaluar el efecto directo de *LEPR* en la microbiota de la saliva y de las heces e identificar los géneros que más se asocian con la adiposidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 94 cerdos Duroc castrados (468 TT vs. 48 C–), que fueron criados en idénticas condiciones experimentales (Suárez-Mesa *et al.*, 2024). A los 198 días (4 días antes del sacrificio), se extrajo de cada cerdo una muestra de saliva y heces, que se utilizaron para determinar la composición de su microbiota por secuenciación de la región V3-V4 del gen ARNr 16S (*Illumina MiSeq*). Se identificaron las variantes de secuencias de amplicón mediante el paquete bioinformático DADA2 (Callahan *et al.*, 2016) y se estimó la composición microbiana de saliva y heces hasta nivel de género. Se determinó la composición química de las heces (AOAC, 2000), así como su contenido en ácidos grasos volátiles por cromatografía de gases. El efecto del genotipo *LEPR* sobre la composición microbiana, química y de los ácidos grasos volátiles de las heces se contrastó mediante un test t sobre las correspondientes transformadas logit y ajustando los p-valores por Bonferroni (JMP Pro-17, SAS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El genotipo TT del *LEPR* cambió la microbiota fecal, pero no la oral, que condujo a que las heces fueran más ricas en ácido butírico y menos en isovalérico. Se identificaron catorce géneros microbianos influenciados por *LEPR*, de los cuales seis estuvieron presentes en todos los cerdos. De ellos, dos fueron más abundantes en los cerdos TT (*Subdoligranulum* y *Coprococcus*) y cuatro en los C– (tres de la familia *Oscillospiraceae*: *UCG-005*, *NK4A214* y *UCG-002*, y *Treponema*). El género que más aumentó con TT fue *Subdoligranulum* (1,60%) y el que más disminuyó fue *Oscillospiraceae UCG-005* (3,2%). Los géneros más abundantes en los cerdos TT se correlacionaron positivamente con el ácido butírico y negativamente con el ácido isovalérico y viceversa, reflejando a su vez la asociación esperada con el peso corporal y la grasa subcutánea. Tras ajustar por la ingesta de alimento, el genotipo TT tan solo afectó a *Oscillospiraceae UCG-005* y a cuatro bacterias ocasionales, que se presentaron en el 56,4% - 77,7% de los cerdos (*Frisingicoccus*, *Lachnospiraceae UCG-009*, *Lachnospiraceae XPB1014* y *Megasphaera*). De ellas, únicamente *Megasphaera* mostró mayor abundancia en cerdos TT.

CONCLUSIÓN

Un mal funcionamiento de *LEPR* favorece el crecimiento en el intestino de los géneros que degradan el almidón, en detrimento de los que degradan las proteínas. En buena medida, este cambio se debe al efecto de *LEPR* sobre la ingesta, cuyo nivel resulta ser clave en la composición de la microbiota intestinal. El género *Oscillospiraceae UCG-005* se presenta como el mejor candidato para investigar la relación entre microbiota y obesidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2000. Official methods of Analysis. 17th ed. • Callahan *et al.* 2016. Nat Methods 13: 581-583.
- Óvilo *et al.* 2005. Genet. Res. 85: 57-67. • Ros-Freixedes *et al.* 2016. PLoS ONE. 11: e0152496. • Suárez-Mesa *et al.* 2003. J. Anim. Sci. 101: 1-7. • Suárez-Mesa *et al.* 2024. Sci. Rep. 14: 10652. • Yang *et al.* 2016. Sci. Rep. 6: 27427.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y Fondos FEDER (PID2021-125689OB-I00).

BASE GENÉTICA DE LA TERMOTOLERANCIA A LO LARGO DE LAS LACTACIONES EN LAS RAZAS OVINAS LATXA Y MANCHEGA

Pineda-Quiroga^{1*}, C., Granado-Tajada¹, I., Cañadas², G., Rubio-Juan², A., Carabaño³, M.J., Ugarte¹, E. y Ramón³, M.

¹NEIKER-BRTA, Campus Agroalimentario de Arkaute, s/n, 01192 Arkaute, España;

²IRIAF, Av. Del Vino s/n, 13300 Valdepeñas, España. INIA-CSIC, Crta. A Coruña Km 7,5, 28040 Madrid, España

*cpineda@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La respuesta a condiciones de estrés térmico en animales de aptitud lechera se ha visto deteriorada por el progreso genético hacia un aumento de los niveles productivos (Misztal *et al.*, 2024). La magnitud de esta respuesta puede variar en función del estado fisiológico, entre otros, pudiendo existir diferencias en los patrones de respuesta a lo largo de la vida del animal en las diferentes lactaciones. Identificar los umbrales de termotolerancia y cuantificar las pérdidas productivas asociadas a eventos de estrés térmico, puede ser una herramienta útil para identificar y seleccionar animales más resistentes a condiciones climáticas fluctuantes y extremas. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivos: (i) determinar el umbral de confort, a nivel poblacional, para temperatura media en las razas ovinas Latxa y Manchega, en sus primeras lactaciones, y (ii) estimar las correlaciones genéticas para los componentes de termotolerancia entre lactaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de producción de leche de 261.389 controles lecheros (CL) de 30.306 ovejas Latxa Cara Negra, provenientes de 48 rebaños, entre los años 2013 a 2024, y de 493.734 CL de 101.966 ovejas Manchegas pertenecientes a 83 rebaños entre los años 2015 a 2020. Los datos de temperatura media del día CL por rebaño y fecha en control, se descargaron del repositorio en línea de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/>). Para el análisis de los datos, se usó un modelo multivariable de norma de reacción, que consideró la producción de leche de las 3 primeras lactaciones como caracteres diferentes. Se incluyeron los efectos usados habitualmente en la valoración genética de cada raza, y la temperatura diaria media como variable de carga térmica, modelizada con polinomios de Legendre de tercer grado, además de los efectos aleatorios genético aditivo, permanente y residual. A partir de las soluciones del modelo, se calcularon los umbrales de confort y las pendientes de pérdida usando un modelo de regresión lineal segmentada (Muggeo, 2003), y se estimaron las correlaciones genéticas entre el nivel de producción (intercepto) y las pendientes bajo estrés térmico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Latxa, los umbrales de confort para producción de leche en la lactación 1, 2 y 3 fueron 15, 22 y 17 grados, respectivamente, con pérdidas de producción de 1% por cada grado de incremento de temperatura fuera del umbral. En Manchega, los umbrales se establecieron entre 22 a 30 grados para las 3 lactaciones, con caídas de producción del 1-2%. Como era de esperarse, la correlación genética entre los niveles de producción de las diferentes lactaciones fue positiva y muy alta (>0,92). Sin embargo, entre los componentes lineal y cuadrático de cada lactación, y los niveles genéticos a lo largo de la escala de temperaturas entre las lactaciones, fue moderada y en ocasiones negativa, similar a lo descrito por Bernabucci *et al.* (2014) en Holstein. Además, las correlaciones entre nivel de producción y pendientes de termotolerancia, reveló la existencia de una interacción genotipo-ambiente baja en el caso de la Manchega, y moderada en la Latxa, similar al reportado por Carabaño *et al.* (2021).

CONCLUSIÓN

Los umbrales de confort varían sustancialmente en función de la raza y la lactación. Además, la base genética de la termotolerancia parece variar con las lactaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernabucci *et al.* 2014. J. Dairy Sci 97: 471-486 • Carabaño *et al.* 2021. J. Dairy Sci. 104: 5755-5767 • Misztal *et al.* 2024. JDS Communications *In Press* • Muggeo, 2003. Stat Med. 22: 3055-3071.

Agradecimientos: Al proyecto SUMASHEEP (PID2022-137504OR), a la Confederación de Asociaciones de Criadores de Ovino de Razas Latxa y Carranzana – CONFELAC – y a la Asociación AGRAMA (oveja Manchega), por proporcionar los datos de control lechero.

ESTRUCTURA GENÓMICA DE LA DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA RAZA BOVINA RENDENA

Hervás-Rivero^{1,2*}, C., Gomez Proto³, G., Mancin³, E., López-Carbonell¹, D., Sánchez-Díaz¹, M., Mantovani³, R. y Varona¹, L.

¹Departamento de Anatomía, Embriología y Genética, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, C. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; ²Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), 28040 Madrid; ³DAFNAE, Universidad de Padua, Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro, Italia
*chervas@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La consanguinidad puede influir negativamente en rasgos productivos importantes (Charlesworth y Willis, 2009), como la producción de leche. Tradicionalmente, esta depresión consanguínea se ha evaluado a partir de la información genealógica. Sin embargo, a partir de datos genómicos se pueden identificar segmentos de homocigosidad (ROH) que, en función de su tamaño, permiten cuantificar la antigüedad de la consanguinidad. La depresión consanguínea se atribuye a fenómenos de dominancia y sobredominancia (Charlesworth y Willis, 2009) en los genes causales de la variabilidad genética. Por lo tanto, su estructura genómica y los efectos asociados pueden ser heterogéneos a lo largo del genoma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 27.272 registros de producción de leche en Kg procedentes de 1.804 vacas de raza italiana Rendena. Además, se dispuso del genotipado de 119.706 SNPs repartidos de manera homogénea a lo largo del genoma para todos los animales. El análisis estadístico utilizado fue un modelo lineal mixto que, además de los efectos sistemáticos y genéticos habituales, incluyó un efecto asociado a una norma de reacción con la consanguinidad (F_{ROH}). La distribución estadística de este efecto se asumió normal multivariante con una matriz de relaciones calculada a partir de la presencia o ausencia de ROHs en cada SNP. Para ello, se desarrolló un procedimiento equivalente al propuesto por Van Raden (2008) para la matriz genómica. Este proceso se realizó para cuatro tamaños distintos de ROH (>1 Mb, >2 Mb, >4 Mb y >8 Mb). Finalmente, en cada uno de los análisis se estimó el efecto de la depresión consanguínea asociado a cada segmento de 25 SNPs a partir del procedimiento propuesto por Wang *et al.* (2012). El análisis se realizó mediante muestreo de Gibbs y los modelos se compararon mediante el Deviance Information Criterion (DIC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 126.711 ROHs, con una media de 70,24 ROHs por individuo. En promedio, la depresión endogámica mostró un efecto negativo en producción de leche, y osciló entre -1,479 (± 3,318) kg para ROHs >2 Mb y -1,971 (± 4,857) kg utilizando ROHs >8 Mb. El modelo que incluyó ROHs >8 Mb fue el que proporcionó un mayor grado de ajuste, confirmando que la depresión consanguínea se relaciona en mayor medida con la consanguinidad reciente. La distribución de los efectos de la depresión consanguínea a lo largo del genoma permitió identificar dos regiones asociadas con incremento (BTA5: 88490381-91471989 y BTA27: 41987362-44434136) y una con la disminución (BTA4: 80972380-82322976) de la producción de leche. Estas regiones incluyen potenciales genes candidatos como *PLE-KHA5*, *PIK3C2G*, *UBE2E2* y *CDK13*.

CONCLUSIÓN

El modelo lineal mixto propuesto permite descomponer y evaluar los efectos de la consanguinidad en diferentes escalas temporales. Además, se han podido localizar regiones del genoma con una mayor influencia en los efectos de la consanguinidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Charlesworth, D. y Willis, J.H. 2009. Nat. Rev. Genet. 10(11): 783-796
- VanRaden, P.M. 2008. *J. Dairy Sci.* 91(11): 4414-4423
- Wang, H., Misztal, I., Aguilar, I., Legarra, A., Muir, W.M. 2012. *Genetics Research* 94(2): 73-83.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Associazione Nazionale Allevatori Bovivi di Razza Rendena (ANARE) por la cesión de los datos. C.H.R. fue financiado por la beca Erasmus+ a través de la Fundación Empresa Universidad de Zaragoza (FEUZ).

IDENTIFICACIÓN DE REGIONES GENÓMICAS REGULADORAS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO EN EL TRANSCRIPTOMA HEPÁTICO PORCINO

Llobet-Cabau^{1,2*}, F., Liu², J., Jové-Juncà³, T., Castelló^{1,2}, A., Sánchez^{1,2}, A., Ballester³, M. y Folch^{1,2}, J.M.

¹Animal Genomics, CRAG, Consorcio CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus UAB, Bellaterra;

²Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, UAB, Bellaterra;

³Programa de Genética y Mejora Animal, IRTA, Torre Marimon, Caldes de Montbui

*ferran.llobet@cragenomica.es

INTRODUCCIÓN

El metabolismo energético es un proceso complejo que involucra múltiples vías metabólicas y tejidos, entre ellos, el hígado. Dicha homeostasis energética contribuye al perfil de ácidos grasos de las reservas de grasa intramuscular, fuertemente relacionado con la calidad de la carne (Liu *et al.*, 2024). La investigación del transcriptoma ha permitido localizar regiones genómicas (eQTL) que regulan la expresión de genes relacionados con el metabolismo energético y, por tanto, pueden afectar a la calidad de la carne (Liu *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2020). Además, el análisis de la expresión alélica específica (ASE) permite identificar diferencias en la expresión alélica, causadas por varios factores genéticos y epigenéticos (Castel *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo consistió en analizar la asociación entre la variación genética y la expresión génica en hígado de cerdo para identificar regiones genómicas reguladoras de genes involucrados en vías del metabolismo energético.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se extrajo el ARN de muestras de hígado de 310 cerdos pertenecientes a una población comercial de raza Duroc. Se realizó *RNA-Seq* en la plataforma NovaSeq 6000. Se mapeó al genoma de referencia Sscrofa11.1 (Warr *et al.*, 2020) utilizando STAR v2.5.3 (Dobin *et al.*, 2013). Se cuantificó la expresión génica utilizando RSEM v1.3.0 (Li *et al.*, 2011) que se usó en combinación con SNPs imputados para realizar un estudio de asociación a nivel genómico (eGWAS) usando GCTA v1.94.1 (Jiang *et al.*, 2019). Los SNPs significativos se agruparon en regiones (eQTL) clasificadas en *cis*-eQTL, cuando existía proximidad a nivel de secuencia con el gen expresado; y *trans*-eQTL, cuando no. Paralelamente, se identificaron los loci heterocigotos de cada animal para la detección de expresión bialélica mediante ASE-ReadCounter v4.0.1.1 (Castel *et al.*, 2015). Se identificó ASE mediante una prueba binomial. Finalmente, se identificaron SNPs con ASE en una porción significativa de animales de la población.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 10.186.532 asociaciones entre 14.554 genes expresados en hígado y 8.499.177 SNPs, agrupadas en 2.188 eQTL, de las cuales 1.601 fueron *cis*-eQTL y 587 *trans*-eQTL. Se identificaron *cis*-eQTL asociados a genes de importancia en el metabolismo lipídico, comúnmente asociados con el perfil de ácidos grasos y la calidad de la carne (*ACACA*, *FADS1*, *LEPR* y *PPARA*). Además, se detectó ASE en algunos de los genes anteriores (*ACACA*, *FADS1*, *LEPR* y *PPARA*), así como en otros genes del metabolismo lipídico que no presentaban un eQTL asociado (*ALB*, *ELOVL6* y *CYP2C49*). Los resultados de ASE, contribuyeron a una mejor caracterización de la regulación de genes con *cis*-eQTL.

CONCLUSIÓN

Este estudio contribuye a la comprensión de los mecanismos reguladores de la expresión génica en el hígado de cerdo. La combinación de técnicas complementarias facilitó la identificación y caracterización de determinadas regiones reguladoras de la expresión génica. Se identificaron regiones genómicas que podrían regular la expresión de genes con una función importante en el metabolismo energético y que pueden ser relevantes en la producción porcina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Liu *et al.* 2024. Genet. Sel. Evol. 56: 66 • Liu *et al.* 2020. Genet. Sel. Evol. 52: 59. • Warr *et al.* 2020. Gigascience 9(6): gaaa0511 • Dobin *et al.* 2013. Bioinf. 29: 15-21. • Li *et al.* 2011. Bioinf. 12: 323. • Jiang *et al.* 2019. Nat. Gen. 51: 1749-1755. • Castel *et al.* 2015. Genome Biol. 16: 195.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, proyectos PID2020-112 677RB-C21-C22 y PID2023-148961OB-C21-C22, ERDF A way of making Europe, y el programa CERCA (Generalitat de Catalunya). F. Llobet-Cabau fue financiado con una ayuda FI de la Generalitat de Catalunya (2023 FI-1 00171). Agradecemos la colaboración de la empresa Selecció Batallé que proporcionó el material animal.

REGIONES GENÓMICAS ASOCIADAS AL LIPIDOMA PLASMÁTICO Y LA INMUNIDAD EN PORCINO

Hernández-Banqué^{1*}, C., Jové-Juncà¹, T., Portero-Otin², M., González-Rodríguez¹, O., Ballester¹, M. y Quintanilla¹, R.

¹Genética y Mejora Animal, IRTA, 08140, Caldes de Montbui;

²Departamento de Medicina Experimental, UdL – IRBLleida, 25196, Lleida

*carles.hernandez@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Los lípidos comprenden una amplia gama de moléculas agrupables en varias clases y subclases según su estructura. Esta amplia heterogeneidad resulta en una variada funcionalidad, actuando como reservorios de energía, componentes estructurales de la membrana celular o moléculas de señalización celular. Entre estas funciones, los lípidos y su metabolismo son cruciales para la respuesta inmunitaria, modulando la capacidad funcional y de diferenciación de varias células inmunitarias (Hortová-Kohoutková *et al.*, 2021; O'Donnell *et al.*, 2019). En estudios previos se confirmó cierto determinismo genético del lipidoma del plasma porcino, así como la existencia de interacciones genéticas con varios fenotipos de inmunidad. El objetivo de este trabajo es estudiar en profundidad las regiones genómicas asociadas a la abundancia de los distintos componentes del lipidoma plasmático y su relación con fenotipos de inmunidad en porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una población comercial de 300 cerdos de raza Duroc. Se determinaron los datos de abundancia relativa de 982 metabolitos lipídicos en plasma mediante espectrometría de masas. De esta misma población se obtuvieron los datos de 41 fenotipos relacionados con inmunidad y salud (Ballester *et al.*, 2020), así como los niveles de expresión en sangre de un total de 16.063 genes. Todos los animales fueron genotipados con el chip GGP5NP70 Porcine HD Array, realizando posteriormente la imputación de genotipos a nivel de genoma completo; tras el filtrado se dispuso de un total de 8.499.177 SNPs. Con estos genotipos se realizó un estudio de asociación a nivel genómico (GWAS) con la abundancia de los distintos metabolitos lipídicos mediante la herramienta fastGWA de GCTA. Adicionalmente, se realizó un análisis de solapamiento entre las regiones genómicas asociadas al lipidoma y regiones asociadas a diversos fenotipos inmunitarios y/o al transcriptoma porcino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de GWAS se obtuvieron 145.301 asociaciones significativas (p-valor ajustado < 0,05) entre 104 metabolitos lipídicos y 62.582 polimorfismos, identificándose 124 regiones genómicas potencialmente asociadas a uno o varios de los metabolitos que conforman el perfil lipídico del plasma porcino. Un análisis más detallado reveló la localización en dichas regiones de 427 genes potencialmente implicados en el metabolismo energético, el metabolismo lipídico y/o en la función inmunitaria. La región genómica con mayor asociación se encontró en el cromosoma 8, asociada a tres lípidos diferentes, dos sulfatidas y una fosfolípida, identificándose los genes candidatos *ELOVL6* y *FABP2* entre otros. Adicionalmente, otras cinco moléculas presentaron asociaciones en la misma región. Cinco lípidos presentaron una región genómica asociada que solapó con alguna de las regiones asociadas a los niveles de IgG, neutrófilos o plaquetas, identificándose genes inmunitarios tales como *SLA*, *ST3GAL1* o *RAD1*. A nivel del transcriptoma porcino, el lipidoma compartió regiones genómicas asociadas en cis a la expresión de 370 genes con funciones metabólicas o inmunitarias.

CONCLUSIÓN

Se han identificado regiones genómicas y genes candidatos asociados al lipidoma porcino que en algunos casos están funcionalmente implicados en caracteres de inmunidad. Estos resultados profundizan en la relación genética entre el perfil lipídico y la capacidad inmunitaria, y apuntan a la posibilidad de utilizar algunos componentes lipídicos como biomarcadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hortová-Kohoutková *et al.* 2021. *Bioessays* 43: e2000067 • O'Donnell *et al.* 2019. *J Clin Invest* 128: 2670-9 • Ballester *et al.* 2020. *Sci Rep*. 10: 18462.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto METAPIGEN (PID2020-112677RB-C21-22). C. Hernández ha sido financiado con una beca FPI (PRE2021-097825). Agradecemos la colaboración de la empresa Selección Batallé y el servicio de Lipidómica de la UdL.

PARÁMETROS GENÉTICOS PARA NUEVOS CARACTERES OBTENIDOS DE ROBOTS DE ORDEÑO EN VACUNO FRISÓN

Ramón^{1*}, M., Charfeddine², N., Díaz¹, C., Alday², S. y Carabaño¹, M.J.

¹INIA-CSIC. Crta. A Coruña Km 7,5, 28040 Madrid;

²CONAFE. Ctra. de Andalucía, Km. 23,6, 28340 Valdemoro (Madrid)

*manuel.ramon@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La robotización e implantación de sistemas de recogida automatizada de datos masivos en las granjas, como son los robots de ordeño, está revolucionando su forma de trabajar. Este estudio se enmarca dentro del desarrollo del grupo operativo GO_AMSOS 360, que tiene como uno de sus objetivos incorporar nuevos caracteres que ayuden a criar vacas con las características adecuadas para un ordeño eficiente. El objetivo del trabajo fue estimar parámetros genéticos para los numerosos parámetros registrados por robots de ordeño automatizado en la raza vacuna lechera Frisona, con el fin de proponer un índice de selección que incorpore la información de robots de ordeño con un número reducido de caracteres y que tenga en cuenta, entre otros, la facilidad de ordeño.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se dispuso de un total de 41.984.649 registros diarios de ordeños de 30.736 vacas distribuidas en 157 ganaderías pertenecientes a la Confederación de Asociaciones de Frisona Española para los años 2020 a 2024. En total, se analizaron 21 caracteres proporcionados por el robot de ordeño, que incluían datos de producción y composición de la leche por ordeño, número de visitas por día, tiempos de ordeño, fujo de leche, conductividad de la leche, así como medidas morfológicas de la ubre. Dada la magnitud de datos disponibles, se decidió seguir la propuesta de Poppe *et al.* (2019) de muestrear de forma aleatoria una proporción reducida de los ordeños de cada vaca. En nuestro caso, se optó por muestrear 1 de cada 10 o 20 ordeños, lo que viene a representar aproximadamente 1 dato cada 3-4 días y 6-7 días, respectivamente. La estima de componentes de varianza se hizo mediante modelos multicarácter, considerando los factores fijos año-mes de parto, número de parto-edad, número de parto-días en leche, hora a la que se realizó el ordeño, el intervalo con el ordeño anterior, y como efectos aleatorios rebaño-día de control, ambiente permanente, efecto genético aditivo y el error. Consideramos 3 modelos multicarácter en función de los caracteres incluidos. Los análisis se llevaron a cabo con el programa gibbsF90+ (Misztal *et al.*, 2002), con un total de 100.000 iteraciones por modelo, un burn-in de 10.000 iteraciones y salvando cada 50 iteraciones. Para cada modelo multicarácter y tipo de muestreo se replicó el proceso 5 veces para evaluar la robustez de las estimas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variabilidad observada entre las diferentes réplicas de cada modelo y muestreo fue baja. Asimismo, las estimas obtenidas de las 2 estrategias de muestreo fueron muy similares, si bien para las muestras de mayor tamaño (1 de cada 10), las estimas de varianza residual resultaron algo menores y las de varianza genética algo mayores, lo que resultó en estimas de heredabilidad ligeramente más altas. Las heredabilidades obtenidas fueron de moderadas a altas, con valores que oscilaron entre 0,34 y 0,54 para los caracteres productivos; 0,37 y 0,57 para caracteres relacionados con la eficiencia del ordeño; 0,02 y 0,11 para los caracteres relacionados con la frecuencia de ordeño; y de 0,46 a 0,90 para los caracteres de morfología de ubre. Las correlaciones genéticas obtenidas fueron diversas en magnitud y signo, resultando interesantes la correlación de 0,29 entre eficiencia de ordeño y kilos de leche, de 0,51 entre la distancia entre el eje delantero y trasero de la ubre, o de -0,40 entre producción de leche y profundidad de ubre.

CONCLUSIÓN

Los caracteres derivados de la información de robots de ordeño mostraron heredabilidades más elevadas que sus homólogos convencionales. La selección para mejorar la aptitud y eficiencia en el ordeño mecánico es factible a través de un número reducido de estas características, proporcionando nuevos aspectos para la mejora de la sostenibilidad de las explotaciones lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Misztal *et al.* 2002. 7th WCGALP, Montpellier, France • Poppe *et al.* 2019 J. Dairy Sci. 102: 1386-1396.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Grupo Operativo AMSOS-360.

LASTRE GENÉTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN GANADO OVINO FRANCÉS

Antonios¹, S., Rodriguez-Ramilo¹, S.T., Legarra^{2,3}, A., Astruc⁴, J.M.,
Varona⁵, L. y Vitezica^{1*}, Z.G.

¹GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT. 31326. Castanet-Tolosan. Francia;

²CDCB. 20716. Bowie MD. USA; ³University of Georgia. 30605. Athens GA. USA;

⁴Institut de l'Elevage. 31321. Castanet-Tolosan. Francia; ⁵Universidad de Zaragoza,
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2). 50013. Zaragoza. España

*zulma.vitezica@inrae.fr

INTRODUCCIÓN

El lastre genético es la fracción de la carga de mutación que se debe a alelos recesivos ocultos en estado heterocigoto. Este lastre, cuando se manifiesta por consanguinidad, es responsable de la depresión endogámica. En una población existe variabilidad en el lastre genético individual de cada ancestro. Sin embargo, este lastre sólo se manifiesta en los descendientes consanguíneos. La estimación del lastre genético individual es posible utilizando una descomposición de la consanguinidad de cada individuo en componentes parciales de consanguinidad atribuidos a sus ancestros. Así cada animal puede tener partes de consanguinidad que provienen potencialmente de diferentes ancestros. En este trabajo, demostramos analíticamente la naturaleza aditiva del lastre genético; y estimamos la varianza genética y el efecto individual del lastre genético para el rendimiento lechero en tres poblaciones francesas de ovejas lecheras: Basco-Béarnaise (BB), Manech Tête Noire (MTN) y Manech Tête Rousse (MTR).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las 3 razas se seleccionan por su producción lechera desde 1985 y hacen selección genómica desde 2016. El cálculo de los coeficientes de consanguinidad parcial utilizó pedigrees que incluían 190.276, 166.028 y 633.655 animales de BB, MTN y MTR, respectivamente, nacidos entre 1985 y 2021. Estos coeficientes se usaron como covariables en un modelo mixto de regresión aleatoria para estimar el lastre genético. En el análisis se utilizaron 658.731, 541.180 y 2.168.454 registros de rendimiento lechero anual de 178.123, 151.863 y 596.586 hembras en BB, MTN y MTR, respectivamente. Los datos fueron analizados mediante el programa BLUPF90+ (Lourenco *et al.*, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En estas poblaciones, la descomposición de la consanguinidad en coeficientes parciales muestra que la consanguinidad se debe sobre todo a numerosas contribuciones pequeñas (inferiores a 0,001) de muchos ancestros que se remontan a varias generaciones (de 5 a 7), lo que está en consonancia con la política de evitar los apareamientos cercanos (e.g. entre primos). Existe varianza genética para el lastre genético en las tres razas, aunque no significativamente diferente de cero para la BB. La magnitud de la varianza es tal que no es utilizable en la práctica. Como era de esperar, según la teoría, se estimaron correlaciones genéticas negativas entre el lastre genético para producción de leche y los valores de cría para producción de leche (-0,09, -0,08 y -0,12 en BB, MTN y MTR).

CONCLUSIÓN

Existe variabilidad del lastre genético. Sin embargo, ni su magnitud ni la precisión de la predicción de los efectos del lastre genético son suficientes para garantizar una selección basada en este criterio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Lourenco, D., Tsuruta, S., Aguilar, I., Masuda, Y., Bermann, M., Legarra, A., Misztal, I. 2022. Recent updates in the BLUPF90 software suite. In: Proceedings of the 12th WCGALP: 3-8 July, Rotterdam.

Agradecimientos: Este estudio ha recibido financiación del proyecto ARDI2 (EFA 032/01) de los fondos POCTEFA. Agradecemos a la plataforma bioinformática Genotoul Toulouse Occitanie (Bioinfo Genotoul, <https://doi.org/10.15454/1.5572369328961167E12>) la provisión de recursos informáticos y de almacenamiento.

ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE RESILIENCIA GENERAL Y SUS PARÁMETROS GENÉTICOS, A PARTIR DE DATOS DE PRODUCCIÓN DIARIA EN GANADO OVINO

Arribas-Gonzalo^{1*}, R., Fonseca^{1,2}, P.A.S., Pelayo¹, R., Arranz¹, J.J., Suárez-Vega¹, A. y Gutiérrez-Gil¹, B.

¹Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, León (24007);

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Grulleros, León (24346)

*rarrg@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La resiliencia general, definida como la capacidad de un animal para no verse afectado por una alteración o para recuperarse rápidamente de la misma (Friggens *et al.*, 2022), tiene un gran impacto en producción animal, asociándose con una reducción de los costes de manejo (Berghof *et al.*, 2019) y una mayor longevidad (Poppe *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio ha sido definir, por primera vez en ganado ovino, indicadores de resiliencia general utilizando datos diarios de producción lechera y estimar los correspondientes parámetros genéticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de una base de datos de producción diaria obtenidos con medidores DeLaval a partir de 7.972 ovejas Assaf de primera lactación, de 7 rebaños de la asociación ASSAFE. Tras el control de calidad de datos brutos, considerando solo lactaciones completas (entre 30 y hasta 150-210 días postparto) estuvieron disponibles para el análisis los datos de 1.777 ovejas de 4 rebaños. Ante la falta de estudios similares en ovejas, fue necesario valorar diferentes métodos de ajuste de la curva de lactación, evaluándose tres modelos empíricos: Wilmink, polinomios de Legendre de cuarto orden, y regresión cuantil. La bondad del ajuste se evaluó utilizando el error absoluto medio (MAE) y el error cuadrático medio de predicción (RMSEP). A partir de las desviaciones de las curvas estimadas con los distintos modelos, se estimaron tres indicadores de resiliencia previamente aplicados en vacas (Poppe *et al.*, 2020): el logaritmo natural de la varianza (LnVar), el coeficiente de autocorrelación lag-1 (r_{auto}) y la asimetría de las desviaciones (skew). Con el software Gibbsf90+ (<https://nces.ed.ac.uk/gibbsf90/>) se obtuvieron las estimaciones de parámetros genéticos, heredabilidades (h^2) y correlaciones genéticas (r_g) entre todos los posibles pares de indicadores, y entre los indicadores y la media de producción diaria de leche. El modelo para estas estimaciones incluyó los correspondientes factores fijos (rebaño-año-estación, n° nacidos vivos, edad al parto), además del efecto genético aditivo aleatorio del animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La regresión cuantil fue el modelo con el mejor ajuste (MAE: 0,34; RMSEP: 0,52). Los indicadores de resiliencia mostraron los siguientes valores promedio: LnVar 1,8 ($\pm 0,8$), r_{auto} 0,5 ($\pm 0,16$) y skew 0,4 ($\pm 1,0$). Valores bajos de LnVar, próximos a 0 o -1 de r_{auto} , y próximos a 0 para skew, están asociados con animales más resilientes (Berghof *et al.*, 2019). Las h^2 estimadas para los tres indicadores fueron similares a las descritas previamente en vacas (Poppe *et al.*, 2020). LnVar presentó las estimas de h^2 más altas (0,25-0,29), mientras que fueron más bajas para r_{auto} (0,03-0,05) y skew (0,03-0,09). Las r_g obtenidas (0,43-0,93) fueron mayores que las descritas en vacas. Para los tres indicadores de resiliencia los valores que, en teoría, reflejan una menor resiliencia estuvieron asociados con niveles elevados de producción de leche (r_g : [0,26-0,92]).

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que el LnVar sería, según su heredabilidad, el indicador más adecuado para considerar la resiliencia general en el programa de mejora genética de la raza Assaf. Las correlaciones genéticas indican que seleccionar únicamente por alta producción podría comprometer la resiliencia general de los animales. No obstante, es necesario confirmar los indicadores aquí propuestos a través de la estimación de r_g con otros caracteres asociados a la resiliencia (longevidad, fertilidad, salud, etc).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berghof, T.V.L. *et al.* 2019. Front. Genet. 9: 692 • Friggens, N.C. *et al.* 2022. Peer Community Journal 2: e38 • Poppe, M. *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 1667-1684.

Agradecimientos: Estudio financiado por el proyecto nacional RESILSHEEP (Ref. PID2022-138676OB-I00, MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER,UE). Nuestro sincero agradecimiento a los ganaderos colaboradores y a la asociación ASSAFE por los datos proporcionados, y a DeLaval por su colaboración técnica. R. Arribas-Gonzalo disfruta de una beca predoctoral del MCIN (Ref. PRE2022-000439).

CARACTERIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO EN OVINO LATXO

Granado-Tajada^{1*}, I., Pineda-Quiroga¹, C., Goiri¹, I., Benhissi¹, H., Medjadbi¹, M., Salom¹, A., Ugarte¹, E., García-Rodríguez¹, A. y Ramón², M.

¹Departamento de Producción Animal, NEIKER-BRTA, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Campus Agroalimentario de Arkaute, s/n, 01192 Arkaute; ²INIA-CSIC, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ctra. de la Coruña, km 7.5, 28040 Madrid
*igranado@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Los pequeños rumiantes son responsables del 7% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería, que en ovino de leche principalmente corresponde a metano (CH₄) de origen entérico (Gerber *et al.*, 2013). Entre las estrategias de mitigación, la selección genética hacia menores emisiones de metano permite seleccionar sobre toda la población y su efecto es acumulativo en el tiempo. Para ello, es indispensable contar con datos fenotípicos que permitan conocer la variabilidad del carácter y caracterizarlo a nivel individual en la población objeto de selección. De este modo, el objetivo de este trabajo es hacer una primera caracterización de las emisiones de metano analizando diferentes fenotipos obtenidos en animales de la raza ovina lechera Latxa Cara Negra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sobre un total de 92 ovejas de la raza Latxa Cara Negra de Euskadi se tomaron datos de la emisión de metano en aire exhalado dos veces al mes, a lo largo de una lactación (5 meses). En total, se realizaron 845 mediciones (entre 7 y 11 por animal), utilizando un detector portátil de metano (Guardian NG infrared gas monitor; Edinburgh Instruments Ltd., Livingston, UK). Para ello, se colocó un tubo de plástico conectado al analizador de gas, en las fosas nasales de las ovejas, y se registró la concentración de metano exhalado a intervalos de 1 segundo durante 5-10 minutos, para calcular posteriormente: partes por millón de CH₄ (ppm), producción de CH₄ (g/día) e intensidad de CH₄ (g/l de leche) diarios y mensuales. Con estos datos se realizó un análisis exploratorio mediante un modelo mixto para identificar algunos de los factores que afectan de manera significativa y relevante la variabilidad de los fenotipos. Dichos factores, junto con la información genómica de cada oveja (600K marcadores), fueron utilizados para la estimación de componentes de varianza, usando el programa AIREMLF90, de la familia de programas blupf90.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias fenotípicas obtenidas fueron de 1.090,36 ppm, 56,62 g/día y 29,42 g/l y la correlación entre fenotipos fue moderada (entre 0,35 y 0,60). De manera consistente, se pudo determinar que las ovejas alimentadas en condiciones de pastoreo (durante los meses de abril, mayo y junio), emitieron entre 14 y 24% menos, mientras que las ovejas de mayor peso emitieron entre 20 y 32% más que las de menor peso. La heredabilidad estimada fue baja, entre 0,10 y 0,004, siendo más alta para el fenotipo g/l tanto para medias diarias como mensuales (0,07 ± 0,07 y 0,10 ± 0,01; respectivamente). Estos resultados se asemejan con lo obtenido anteriormente en Latxa (0,11 en g/l; Pineda-Quiroga *et al.*, 2022), en raza Merina (0,10 g/l; Paganoni *et al.*, 2017) y en vacuno Holstein (entre 0,05 y 0,17; Teran *et al.*, 2024). La repetibilidad osciló entre 0,10 y 0,19, en la misma línea que los resultados anteriores en Latxa (0,07 g/día y 0,16 g/l) y en otras razas ovinas (0,16; Pinares-Patiño *et al.*, 2011), reafirmando la necesidad de contar con un número mayor de fenotipos.

CONCLUSIÓN

Existe variabilidad genética en los diferentes fenotipos estudiados para emisión de metano, aunque la repetibilidad es baja. Es necesario tener un mayor número de datos fenotípicos que permitan obtener resultados más consistentes, para definir el fenotipo más apropiado para ser utilizado en el programa de mejora de la raza Latxa Cara Negra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Gerber *et al.* 2013. Anim. Feed Sci. Tech. 166-167: 210-218 • Paganoni *et al.* 2017. J. Anim. Sci. 95: 3839-3950 • Pinares-Patiño *et al.* 2011. Anim. Feed Sci. Tech. 166: 210-218 • Pineda-Quiroga *et al.* 2022. Proc. WCGALP, Rotterdam, The Netherlands • Teran *et al.* 2024. Proc. EAAP, Florencia, Italia.

Agradecimientos: Proyecto SUMASHEEP de I+D+i PID2022-137504OR-C22, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA INGERIDA POR GANADO VACUNO USANDO DATOS DE METAGENÓMICA RUMINAL

Saez-Torillo^{1*}, S.N., Nguyen², T., Lima², J., Roehe², R. y Martínez-Álvaro^{1*}, M.

¹ICTA, Universitat Politècnica de València; ²Scotland's Rural College, Edinburgh

*snsaetor@upv.es; *mamara19@upv.es

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la trazabilidad alimentaria, mejora genética y nutrición, el conocimiento preciso de la composición de la dieta es importante. Esta información podría mejorar la captura de efectos ambientales en modelos estadísticos que ajustan eficiencia alimentaria y emisiones de metano. La reducción de costos de secuenciación ha permitido el uso de datos metagenómicos como una herramienta predictiva prometedora. Este estudio pretende explorar el microbioma ruminal de novillos para predecir el tipo de dieta y la ingesta total de sus componentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio incluyó 142 novillos de razas Luino (n=71) y Charolais (n=71), alimentados con forraje (n=70) o concentrado (n=72). Los datos provenían de ensayos realizados en 2012 y 2013 (Duthie *et al.*, 2016; Troy *et al.*, 2015). Se registró el consumo de materia seca (DMI, kg/d), la ganancia media diaria (ADG, kg/d) y la producción de metano (MP, g/d). A través de análisis químicos de la dieta y DMI, se determinó el consumo de fibra detergente ácida (ADF, g/kg DM), proteína cruda (CP, g/kg DM), energía metabolizable (ME, MJ/kg DM), fibra detergente neutra (NDF, g/kg DM) y almidón (ST, g/kg DM) de cada animal. Además, se secuenció el extracto ruminal *post mortem* de estos animales. El análisis metagenómico se realizó siguiendo a Martínez-Álvaro *et al.* (2022), lo que permitió obtener las abundancias microbianas de filos (MF), géneros (MT) y genes (MG). MT y MG se transformaron utilizando el método logarítmico centrado y logarítmico aditivo, respectivamente, para manejar su naturaleza composicional. Se optimizaron los algoritmos de regresión logística *stepwise* (LR) y Random Forest (RF) para clasificar el tipo de dieta forraje/concentrado (LR con MF y RF con MT y MG). Además, RF se utilizó para predecir la ingesta de los componentes de la dieta. La precisión de los modelos fue evaluada mediante validación externa. Además, se testó si incluir la ingesta de componentes de la dieta mejora la precisión de índice de conversión (FCR), consumo residual (RFI), ADG, DMI y MP en modelos fenotípicos y genéticos que ya incluían dieta, experimento y raza como efectos fijos. Para compararlos se calculó la precisión de la predicción (como la correlación entre los valores verdaderos y los predichos) de los modelos y el error estándar de los valores genéticos (EBVs), todo en datos externos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos clasificaron las dietas con un área bajo la curva (AUC) de $0,86 \pm 0,06$ al usar LR con el log-ratio de los MF *Verrucomicrobia/Chlorobi*, y de $0,90 \pm 0,05$ al emplear RF con MT y MG juntos. Además, con RF y esas mismas abundancias, se predijo la ingesta de los componentes de la dieta con una precisión de: ADF $0,77 \pm 0,08$; CP $0,83 \pm 0,07$; ME $0,81 \pm 0,06$; NDF $0,78 \pm 0,07$ y ST $0,80 \pm 0,07$. Por otro lado, los modelos lineales que incorporaron la ingesta de componentes de la dieta como covariables mejoraron la precisión: al incorporar la ADF como covariable en el modelo fenotípico de ADG, la precisión pasó de $0,35 \pm 0,11$ a $0,43 \pm 0,10$. Al incorporar ADF y CP en el modelo de DMI, la precisión aumentó de $0,10 \pm 0,08$ a $0,42 \pm 0,13$. No se observó aumento en la precisión de la predicción de FCR, MP o RFI. El modelo genético para DMI mostró una reducción en la desviación estándar de los EBVs, de $1,11 \pm 0,05$ a $1,02 \pm 0,05$. Mientras que para ADG y MP, se observó solo una tendencia de mejora.

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que la composición del microbioma ruminal tiene un alto potencial para predecir la ingesta de componentes de la dieta. Su integración en modelos fenotípicos y genéticos podría mejorar la precisión de las evaluaciones genéticas de eficiencia alimentaria y de emisiones de metano en bovinos de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duthie, C.A. *et al.* 2016. *Animal*, 10: 786-795.
- Martínez-Álvaro, M. *et al.* 2022. *Microbiome* 10 • Troy, S.M. *et al.* 2015. *J. of Animal Sci.* 93: 1815-1823.

Agradecimientos: Al Scotland's Rural College por proporcionar acceso a los datos y las instalaciones. La Dra. Martínez Álvaro agradece el apoyo de la ayuda RYC2021-032618-I (MCIN/AEI y EU/PRTR).

EFFECTO DE LA SELECCIÓN GENÉTICA POR EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CONEJOS DE CARNE SOBRE COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITRÓGENO

Cifuentes^{1*}, L., Sánchez², J.P., Piles¹, M., Pascual¹, M. y Orenge³, J.

¹IRTA, Torre Marimon, Caldes de Montbui (Barcelona); ²Departamento de Genética, Universidad de Córdoba, Edif. C5, Campus de Rabanales, Córdoba; ³Departamento de Producción Animal, Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria, Campus de Espinardo, Murcia

*leticia.cifuentes@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La eficiencia alimentaria es un factor determinante en la rentabilidad económica de la producción animal (Benoit y Mottet, 2023) y en su sostenibilidad ambiental (Steinfeld y Wassenaar, 2007). Asimismo, la función digestiva desempeña un papel fundamental en la eficiencia alimentaria y se le ha atribuido un cierto determinismo genético (Mignon-Grasteau *et al.*, 2015). En 2018, se implementaron tres programas de selección para mejorar la eficiencia alimentaria de conejos de carne mediante diferentes estrategias de selección directa (Sánchez *et al.*, 2019) utilizando una misma población base. Tras seis generaciones de selección, se están evaluando las respuestas tanto en la eficiencia alimentaria como en otros caracteres relacionados que podrían haber respondido al proceso de selección. El objetivo de este estudio es analizar el efecto de la selección por eficiencia alimentaria en la digestibilidad y la excreción de nutrientes en las tres líneas de conejos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se compararon los animales de las 3 líneas con los de una población control, obtenida de embriones vitrificados de la población base. El proceso de selección de estas líneas ha sido documentado por Sánchez *et al.* (2019). La línea ADGR se seleccionó por crecimiento bajo restricción alimentaria; la RFI, por consumo residual de pienso medido de forma individual; y la GRP, por consumo residual de pienso promedio de la jaula. En el estudio se utilizaron 56 conejos distribuidos en dos lotes de 28 animales, 7 por línea. La evaluación de digestibilidad y balance nitrogenado se hizo entre los días 49 y 53 de vida en jaulas individuales. Se recolectaron heces y orina por separado, que fueron analizadas según el protocolo de Pérez *et al.* (1995). Para calcular los coeficientes de digestibilidad y el balance nitrogenado, se analizaron materia seca, materia orgánica, energía bruta y proteína bruta tanto en pienso como en heces, también el nitrógeno en orina. Los datos se analizaron con un modelo lineal fijo que incluía los efectos de lote, línea y la covariable consumo o sin ésta, usando la función *lm()* de R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias entre las líneas seleccionadas y la línea control para la digestibilidad de la materia seca, de la materia orgánica, de la energía, ni de la proteica ($p > 0,05$). En cuanto al balance nitrogenado, se encontraron diferencias significativas con la población control tanto a consumo constante ($-0,39 \pm 0,01$ g/d) como sin corregir por él ($-0,43 \pm 0,01$ g/d) en la línea ADGR. En la línea GRP sólo se observaron diferencias significativas cuando no se corregía por consumo ($-0,26 \pm 0,01$ g/d). Estos resultados sugieren un deterioro del balance de nitrógeno, que parcialmente parece estar mediado por el nivel de consumo y pudiera vincularse, particularmente en la línea GRP, con una respuesta también desfavorable en tasa de crecimiento. Un balance nitrogenado positivo se asocia con una mayor síntesis de proteínas y crecimiento muscular, lo que podría influir en la eficiencia del uso de los nutrientes y el metabolismo del conejo (Gidenne *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

La selección genética para mejorar la eficiencia alimentaria no tuvo impacto en la digestibilidad, sin embargo, se observó una respuesta indirecta negativa en el balance nitrogenado en algunas de las líneas seleccionadas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de seguir explorando los efectos de la selección genética en parámetros metabólicos clave.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benoit, M. y Mottet, A. 2023. *Agricultural Systems* 205: 103585
- Steinfeld, H. y Wassenaar, T. 2007. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 32: 271-94
- Mignon-Grasteau *et al.*, 2015. *J PLoS one* 10(8): e0135488
- Sánchez *et al.*, 2019. *XLIV Symposium de Cunicultura de ASESCU*. pp. 93-98.
- Pérez, J.M. 1995. *World Rabbit Sci.* 3: 41-43
- Gidenne *et al.*, 2017. *J. Anim. Sci.* 95: 1301-1312.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto PID2021-128173OR-C21. Personal técnico de granja Torre Marimon: Oscar Perucho, Pere Alsina y Queralt Estruch.

COMPARACIÓN DE LA CONSANGUINIDAD GENÓMICA EN POBLACIONES CULTIVADAS Y SALVAJES DE DORADA Y LUBINA

López de la Torre¹, R., Fernández¹, A., Saura², M., Mir-Arribas¹, G.,
Villanueva¹, B., Fernández¹, J. y García-Ballesteros^{1*}, S.

¹INIA-CSIC, Crta. de la Coruña km 7,5, 28040 Madrid;

²IIM-CSIC, Rúa de Eduardo Cabello 6, 36208 Vigo

*silvia.garciab@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

Las principales especies de peces marinos cultivadas en el Mediterráneo son la dorada y la lubina, para las que se han iniciado programas de mejora genética en los últimos años. En acuicultura, conocer el grado de consanguinidad de las poblaciones salvajes y de cultivo es clave para lograr una producción sostenible. El éxito de cualquier programa de mejora depende críticamente de la forma en que se construye la población base, que puede crearse a partir de poblaciones salvajes o de cultivo. La variabilidad genética disponible en los fundadores determinará el progreso genético subsecuente. Además, una vez que los programas de mejora están en marcha, es crucial controlar la consanguinidad para evitar sus consecuencias negativas. El objetivo de este estudio fue comparar los patrones de consanguinidad a lo largo del genoma de poblaciones salvajes y cultivadas de dorada y lubina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron muestras provenientes de 11 poblaciones salvajes y 13 poblaciones de cultivo de dorada, y de 9 poblaciones salvajes y 16 poblaciones de cultivo de lubina, distribuidas a lo largo del Mediterráneo. Utilizando el MedFish SNP array, que contiene ~30K SNPs para cada especie (Peñaloza *et al.*, 2021), se obtuvieron genotipos para un total de 462 individuos de dorada y 516 individuos de lubina. El coeficiente de consanguinidad genómico calculado fue el basado en las desviaciones de las proporciones de Hardy-Weinberg (Li y Horvitz, 1953). Los patrones de homocigosis y de consanguinidad a lo largo del genoma se determinaron utilizando el software PLINK (Purcell *et al.*, 2007) y ventanas deslizantes de longitud ~1 Mb que se desplazaron un SNP cada vez. Ambos parámetros se estimaron promediando los valores de todos los SNPs incluidos en cada ventana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las diferencias en términos de homocigosis y consanguinidad entre las poblaciones salvajes y de cultivo fueron pequeñas en ambas especies. Los valores de homocigosis variaron entre 0,49 y 0,73 en dorada y entre 0,42 y 0,88 en lubina, mientras que los de consanguinidad variaron entre -0,39 y 0,19 en dorada y entre -0,46 y 0,37 en lubina. En general, las poblaciones de lubina mostraron mayor variación a lo largo del genoma que las poblaciones de dorada. Por ejemplo, la población salvaje de Marruecos mostró altos picos de consanguinidad en algunas regiones. Los resultados coinciden con estudios previos sobre la estructura poblacional, en los que las poblaciones salvajes de dorada mostraron menores niveles de diferenciación que las de lubina, y donde la población de lubina de Marruecos presentó una mayor diferenciación genética en comparación con otras poblaciones (Villanueva *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

Los resultados no han mostrado una diferenciación clara entre poblaciones salvajes y cultivadas en términos de niveles y patrones de consanguinidad, lo que puede indicar que no se ha perdido mucha variabilidad genética en el proceso de fundación de las poblaciones y que los programas de mejora son recientes. Por lo tanto, las poblaciones cultivadas todavía están cercanas a las salvajes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Li, C.C. y Horvitz, D.G. 1953. *Am J Hum Genet* 5: 107-117. • Peñaloza, C. *et al.*, 2021. *Genomics* 113: 2096-2107. • Purcell, S. *et al.* 2007. *Am J Hum Genet* 81: 559-575. • Villanueva, B. *et al.* 2021. *Genet Sel Evol* 1: 53-42.

Agradecimientos: Este trabajo estuvo financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Proyecto PID 2020-114426GB-C22).

IMPACTO DE UNA RESTRICCIÓN PROTEICA EN CORDERAS DE REPOSICIÓN PREPUBERALES SOBRE EL TRANSCRIPTOMA HEPÁTICO DE SUS CRÍAS: UN ENFOQUE DE BIOLOGÍA DE SISTEMAS

Vrcan^{1*}, M., Suárez-Vega¹, A., Fonseca^{1,2}, P.A.S., Pelayo¹, R., Arranz¹, J.J. y Gutiérrez-Gil¹, B.

¹Facultad de Veterinaria, Campus de Vegazana, 24007 León;

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, Grulleros, 24346 León

*mvrc@unileon.es

INTRODUCCIÓN

El contenido en proteína de la dieta durante el crecimiento es crucial para que los animales alcancen su potencial genético, pero su costo y disponibilidad representan un desafío creciente para la ganadería sostenible. Las restricciones nutricionales pueden producir modificaciones epigenéticas que afectan la productividad y la salud del ganado, con posibles implicaciones intergeneracionales. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el posible impacto de una restricción proteica aplicada a corderas prepuberales sobre el transcriptoma hepático de sus crías.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio analizó el transcriptoma del hígado en 16 corderos lechales nacidos de madres primerizas que habían sido sometidas a una restricción proteica durante el periodo prepuberal (3-5 meses de edad). Antes y después de este periodo todas las ovejas recibieron la misma dieta. La mitad de los corderos eran hijos de madres alimentadas con la dieta estándar (C) y la otra mitad de hembras que habían sido sometidas a la restricción proteica (MNPR, de *maternal nutrient protein restriction*). El ARN se extrajo del tejido hepático utilizando Trizol (Invitrogen, CA, EEUU) y la secuenciación de las muestras se realizó en un secuenciador Illumina NovaSeq 6000. Los datos de RNA-Seq se procesaron según el flujo de análisis descrito por . Posteriormente, utilizando un enfoque de biología de sistemas, se realizó un análisis de preservación dentro del marco del Análisis de Redes de Coexpresión Génica Ponderada (WGCNA). Para ello, se construyeron redes de coexpresión génica para los grupos C y MNPR y se identificaron módulos de genes coexpresados. Se realizó un análisis de preservación para evaluar la estabilidad de los patrones de coexpresión, utilizando la red del grupo C como referencia y el grupo MNPR como prueba, basado en las estadísticas Zsummary y medianRank. Los módulos que exhibieron los patrones de coexpresión menos preservados dentro de la red MNPR fueron sometidos a un análisis de enriquecimiento funcional mediante el software ToppGene (Chen *et al.*, 2009), considerando tres categorías de Gene Ontology: Proceso Biológico (GO:BP), Función Molecular (GO:MF) y Componente Celular (GO:CC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 47 módulos identificados en el grupo C, dos módulos fueron considerados como los menos preservados en la red MNPR: *magenta* (259 genes, $Z_{summary} = 0,15$, medianRank = 44) y *purple* (253 genes, $Z_{summary} = 0,18$; medianRank = 41). El análisis de enriquecimiento de estos módulos destacó funciones moleculares involucradas en la homeostasis energética celular, la actividad enzimática y la transducción de señales, con la mitocondria como un centro clave que conecta estas vías. Curiosamente, estos procesos están fuertemente influenciados por el estrés oxidativo o el estrés del retículo endoplásmico, los cuales están interconectados y pueden afectar los mecanismos epigenéticos del transcriptoma hepático a través de múltiples vías relacionadas con el metabolismo graso.

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que una restricción proteica en ovejas de reposición puede afectar el metabolismo hepático de sus crías, lo que puede ser de interés para optimizar estrategias de manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, J. *et al.*, 2009. Nucleic Acids Res. 37: W305-W311.
- Esfandiari, F. *et al.*, 2010. Hepatology. 51: 932.
- Feeney, A. *et al.*, 2014. J Anim. Sci. Biotechnol. 5: 48.
- Hong, S.H. *et al.*, 2024. Chem. Biol. Interact. 398: 111093.
- Kim, S.W. *et al.*, 2019. Annu. Rev. Anim. Biosci. 7: 221-243.
- Langfelder, P. y Horvath, S. 2008. BMC Bioinformatics. 9: 1-13.
- Wang, M. e Ibeagha-Awemu, E.M. 2021. Front Genet. 11: 613636.
- Alonso-García, M. *et al.*, 2023. Front. Vet. Sci. 10: 1150996.

Agradecimientos: Estudio incluido en el proyecto QualityLamb, financiado por la Junta de Castilla y León (Ref. LE084P23). Vrcan, M. disfruta de una beca predoctoral de la Universidad de León (c.2022).

UN MODELO DE REGRESIÓN ALEATORIA BIVARIANTE PARA EL ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE

López-Carbonell*, D., Sánchez-Díaz, M., Hervás-Rivero, C. y Varona, L.

Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España

*davidlc@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La interacción genotipo-ambiente genera variabilidad en el rendimiento de un mismo genotipo en diferentes ambientes (Dickerson, 1962; Falconer y Mackay, 1996). A su vez, tiene consecuencias en la evaluación genética de las poblaciones, ya que puede implicar una reordenación de la predicción de los méritos genéticos de los candidatos a la selección. Los modelos de regresión aleatoria (Jarquín *et al.*, 2014) permiten capturar el gradiente de cambio para cada genotipo en función de una, o múltiples, variables, aunque su puesta a punto en condiciones no experimentales puede ser complejo. El objetivo de este trabajo es incorporar la localización geográfica de la explotación asociada a cada registro fenotípico para ajustar un modelo de regresión aleatoria que considere la latitud y la longitud en la que este genotipo se ha expresado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis se realizó a partir de la información disponible para la evaluación genética de la raza bovina Rubia Gallega. La base de datos de registros fenotípicos incluyó 107.090 registros individuales para el carácter peso de la canal ($224,58\text{kg} \pm 41,23\text{ kg}$). Además, se dispuso de información genealógica con un total de 159.423 individuos. Los registros fenotípicos se generaron en 2.068 explotaciones distribuidas en 156 municipios de la comunidad autónoma de Galicia. Esta información se integró con una base de datos pública (Datos Abiertos de Esri España), que proporciona información geográfica y límite de los municipios de España a partir de la cual se calculó el centroide de cada municipio. Las coordenadas de latitud (5141569° a 5423203°) y longitud ($-1030871,1^\circ$ a $-762029,2^\circ$) de cada municipio fueron descompuestas en 3 polinomios ortogonales de Legendre y se ajustó un modelo de regresión aleatoria bivariante que consideraba estos polinomios, junto con los efectos sistemáticos (edad de sacrificio, sexo, matadero) y un efecto aleatorio rebaño-año-estación. Además, se utilizó un modelo univariante que asumió los mismos efectos sistemáticos y aleatorios más un efecto genético aditivo global. Se estimaron componentes de varianza de ambos modelos empleando el software BLUPF90+ (Miszta *et al.*, 2014) y se compararon mediante AIC (Akaike, 1998). Finalmente, se calcularon las correlaciones genéticas entre las distintas localizaciones geográficas para el modelo con mejor ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de regresión aleatoria presentó un mejor ajuste que el modelo animal univariante ($1024175,5$ vs. $1024449,8$). La varianza genética estimada osciló entre $213,73\text{ kg}^2$ ($h^2 = 0,24$) y $557,97\text{ kg}^2$ ($h^2 = 0,45$) en el rango no marginal del espacio paramétrico. Las correlaciones genéticas presentaron un rango entre 0,7 y 1, con magnitudes más elevadas entre los municipios adyacentes. En este ejemplo, se ha utilizado exclusivamente la longitud y la latitud de los municipios, aunque, potencialmente, se pueden incorporar variables ambientales adicionales (temperatura, suelo, humedad, etc.), que permitan describir la interacción genotipo-ambiente bajo condiciones de producción variables.

CONCLUSIÓN

Los modelos de regresión aleatoria multivariantes permiten capturar la interacción genotipo-ambiente en función de parámetros ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Dickerson, G.E. 1962. *J. Anim. Prod.* 4: 47-63. • Falconer, D.S. y Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. • Jarquín, D., Crossa, J., Lacaze, X., Du Cheyron, P., Daucourt, J., Lorgeou, J., Piriaux, F., Guerreiro, L., Pérez, P., Calus, M., Burgueño, J., de los Campos, G. 2014. *Theo. Appl. Gen.* 127: 595-607. • Misztal, I., Tsuruta, S., Lourenco, D., Yutaka, M., Aguilar, I., Legarra, A., Vitezica, Z. 2014 *Manual for Blupf90 Family of Programs*. • Akaike, H. 1998. *Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle*.

Agradecimientos: Los autores agradecen a ACRUGA la disponibilidad de la información. D. L. C. está financiado por el Gobierno de Aragón mediante un contrato como investigador predoctoral.

MOLÉCULAS EN LA LECHE QUE NOS CUENTAN LA VIDA DE LA VACA: RESPUESTA INFLAMATORIA

Forcada¹, S., Varela², L., Piñeiro², N., Abou el qassim³, L., Montes², M.,
Lopez-Benitez⁴, K., Soldado⁵, A., Menendez-Miranda⁴, M. y Royo^{2*}, L.J.

¹CNTA-Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria, Crta-Na134-km 53, San Adrian, Navarra; ²Departamento de Biología Funcional Universidad de Oviedo, Oviedo, España; ³Dairy Research & Innovation Centre, Scotland's Rural College (SRUC), Barony, Parkgate, Dumfries, UK;

⁴Servicio Regional de investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Asturias, España;

⁵Departamento de Química Física y Analítica, Universidad de Oviedo, 33006 Oviedo

*royoluis@uniovi.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de vacuno de leche, caracterizados por la producción propia de forrajes como modelo de alimentación sostenible, hace a las explotaciones dependientes de las condiciones del entorno que las rodea. En el noroeste de España en general y Asturias en particular existe una larga tradición minera e industrial. En algunas zonas, principalmente la zona central interior y costera de Asturias, donde se concentran muchas de las ganaderías de vacuno de leche, esta huella antropogénica se hace patente. En este trabajo se va a comprobar si la contaminación ambiental donde se localizan las explotaciones ganaderas afecta a los perfiles de expresión de los microARN. Como control positivo se van a utilizar muestras de leche con mamitis clínica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se muestrearon 24 granjas situadas a menos de 5 km de distancia de un foco industrial y 17 localizadas a 10 km o más de focos de contaminación antropogénicos. Además, se muestrearon 20 muestras de leche de vacas individuales con diagnóstico de mamitis, producida por *E. coli* y *S. uberis*, cedidas por el Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias y 5 muestras de leche de vacas sanas, con conteo de células somáticas normales. El ARN total de leche se extrajo con el kit mirVana™ (Invitrogen™). Para la conversión a ADNc, se empleó el protocolo TaqMan Advanced miRNA cDNA Synthesis kit (Thermo Fisher Scientific), y la posterior PCR a tiempo real se utilizó los reactivos TaqMan Advanced miRNA Assay (Thermo Fisher Scientific) en un termociclador StepOneplus (Thermo Fisher Scientific). Se analizó la expresión de 10 microARN relacionados con la respuesta inflamatoria en general (Wang *et al.*, 2017), o tras la exposición a metales pesados en particular (Chen *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hay que destacar en primer lugar que, en la leche producida en granjas cercanas a focos de contaminación, todos los elementos potencialmente tóxicos analizados se encontraban por debajo de los límites permitidos para el consumo que establece la Unión Europea, es decir, la leche no acumula ningún tipo de sustancia potencialmente tóxica (Forcada *et al.*, 2023). Los marcadores relacionados con la respuesta inflamatoria del epitelio mamario bovino tenían una expresión significativamente menor en leche de granjas que se encuentran cerca de focos de contaminación, aunque se desconoce el posible significado biológico.

CONCLUSIÓN

Los perfiles de expresión de microARN en leche pueden darnos una idea del ambiente donde viven las vacas en producción y por lo tanto del origen geográfico de las ganaderías. Además, pueden ser un marcador de interés para la detección temprana de enfermedades como por ejemplo la mamitis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Chen *et al.* 2021. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 222: 112477 • Chen *et al.* 2022. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 247: 114204 • Forcada *et al.* 2023. *Heliyon* 9(10): e20977. • Wang *et al.* 2017. *J. Dairy Sci.* 100(9): 7648-7658.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto NANO-Milk (PID2021-1260100R-I00) y por el Gobierno del Principado de Asturias a través de la Agencia SEKUENS (PCTI 2024-2027. REF. IDE/2024/000764), y cofinanciado por FEDER. Agradecemos la colaboración del Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias y de ganadería Casa Guillermo SC.

EL METABOLOMA, UN NUEVO FENOTIPO. ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PERFILES METABÓLICOS EN PLASMA Y SUERO

López-Martínez^{1*}, J.L. Carabaño¹, M.J., Salama², A.A.K., Meneses¹, C., Ramón¹, M.,
Hernández-Pumar¹, A., González-Verdejo¹, C. y Díaz¹, C.

¹INIA-CSIC, Ctra. La Coruña, km 7,5 28040 Madrid;

²UAB, Bellaterra, 08193 Cerdanyola del Vallès

*leonardo.lopez@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

La metabolómica no dirigida o “untargeted metabolomics” (UM) es cada más utilizada para entender la fisiología de muchos caracteres. Estos perfiles masivos se podrían plantear como una herramienta para definir fenotipos más precisos de caracteres de interés, o como una fuente adicional de información para mejorar la predicción. La obtención de perfiles metabólicos se lleva a cabo a partir de dos derivados sanguíneos, suero o plasma, ignorando si la composición puede verse afectada por el sustrato de partida (Vignoli *et al.*, 2022). La determinación del contenido de metabolitos mediante la UM se lleva a cabo usando la intensidad de señales espectrales, que representan la información basal obtenida por los equipos de análisis y que podría ser usada para discernir condiciones o tratamientos en las muestras analizadas. El objetivo del estudio fue evaluar en qué medida el tipo de sustrato afecta la detección de variaciones en los metabolitos, y evaluar el interés de utilizar los espectros brutos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se compararon los perfiles metabólicos en plasma y suero de muestras de sangre de 15 vacas de raza Holstein (HOL) y 15 terneros de raza Avileña-Negra Ibérica (ANI). La capacidad de discriminación entre sustratos y/o razas se evaluó mediante dos enfoques: (1) utilizando datos de concentración de 47 metabolitos, obtenidos a partir de espectros de resonancia magnética nuclear (RMN) a 600 MHz, y (2) utilizando los datos brutos de intensidad espectral derivados de los espectros de RMN. En (1) se realizó un filtrado de datos para eliminar valores atípicos. En (2), los espectros de RMN se preprocesaron mediante calibración de frecuencia, eliminación de regiones químicas no deseadas, corrección de la línea base, alineamiento espectral y normalización. Como resultado de esto, se obtuvieron 46.903 puntos de desplazamiento químico, que se utilizaron como variables predictoras en los análisis posteriores. En ambos casos, (1) y (2), los análisis estadísticos incluyeron PLS-DA para evaluar visualmente las variaciones en los perfiles metabólicos o espectrales de cada sustrato, y ANOVA de una vía para cuantificar diferencias en (1). Además, se utilizaron los valores de importancia variable en proyección (VIP) en el modelo PLS-DA para clasificar los metabolitos en función de su relevancia para discriminar entre sustratos y análisis de correlación entre sustratos y metabolitos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante PLS-DA los perfiles metabólicos de plasma y suero presentaron diferencias moderadas en ambas razas, mayor en HOL que en ANI. En HOL, mediante ANOVA se identificaron 4 metabolitos con diferencias significativas entre sustratos mientras que en ANI solo 1. Los valores VIP indicaron que ciertos metabolitos contribuyeron a la discriminación entre plasma y suero en ambas razas, aunque con distinta importancia. Las correlaciones entre metabolitos también revelaron diferencias entre sustratos, siendo de nuevo más marcadas en HOL. En cuanto al análisis de espectros, PLS-DA mostró mayor discriminación entre sustratos comparado con el enfoque (1), sugiriendo que el uso de espectros puede capturar diferencias más sutiles en la composición metabólica de plasma y suero.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan que existen similitudes globales entre los perfiles metabolómicos de plasma y suero, sin embargo, se observan diferencias específicas en la composición metabólica ligadas al tratamiento (raza en este estudio) que aconsejan utilizar un único sustrato. El uso de espectros puede ser una vía por explorar para determinar diferentes estados metabólicos asociados a condiciones fisiológicas, tratamientos o caracteres de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vignoli, A. *et al.* 2022. J. Proteome Res. 21: 1061-1072.

Agradecimientos: Ayudas PID2020-113913RR-C31 Y PRE2021-098165. A la Real Asociación de Raza Avileña-Negra Ibérica (RAEANI) y a la Asociación de Frisona de Castilla-La Mancha (AFRICAMA) así como a la Ganadería de Hnos Miguel por su participación en la obtención de las muestras.

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA LA SUSCEPTIBILIDAD A LENTIVIRUS EN OVEJAS ASSAF

Pelayo^{1*}, R., Fonseca^{1,2}, P.A.S., Vrcan¹, M., Suárez-Vega¹, A., Gutiérrez-Gil¹, B. y Arranz¹, J.J.

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, 24071 León;

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

*rpelg@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Las infecciones por lentivirus en pequeños rumiantes, como el de Maedi-Visna (MVV) en ganado ovino, representan un desafío para la salud animal, el comercio internacional y la productividad de las explotaciones. La respuesta del huésped desempeña un papel importante, ya que los animales del mismo rebaño pueden mostrar diferencias significativas en la susceptibilidad a la infección y la replicación viral (Crespo *et al.*, 2016). Diversos estudios han identificado variaciones en genes específicos que están asociados con diferencias en la susceptibilidad de los ovinos a estos virus, pero se ha observado una base poligénica a la susceptibilidad al MVV con estimas de heredabilidad diferentes en función de la población analizada (Pazzola *et al.*, 2020; Salaris *et al.*, 2024). El objetivo de este trabajo ha sido realizar una primera estimación de parámetros genéticos sobre resistencia/susceptibilidad de los animales al MVV en la raza ovina Assaf.

MATERIAL Y MÉTODOS

La Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino de Raza Assaf (ASSAFE) proporcionó los datos utilizados en este trabajo en el que se incluyeron los resultados de las pruebas de las ganaderías participantes en el programa sanitario para la vigilancia y el control de las enfermedades producidas por lentivirus en pequeños rumiantes en la Comunidad de Castilla y León. Para la estimación de los parámetros genéticos, partimos de un total de 15,063 animales, de los cuales 8,302 fueron MVV positivos y 6,761 negativos para la prueba de detección mediante ELISA. La matriz de parentesco estuvo constituida por 241,039 animales. Se estimó la heredabilidad mediante un modelo umbral (Sorensen *et al.*, 1995) que incluyó tres efectos fijos (ganadería, edad y sexo), el efecto genético aditivo y el error. Las distribuciones "a priori" se definieron como en Sorensen *et al.* (1995), y el modelo se resolvió mediante muestreo de Gibbs utilizando el software TM (<http://snp.toulouse.inra.fr/~alegarra>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estima obtenida para la heredabilidad del carácter "positividad al MVV" fue $0,16 \pm 0,02$. Esta estima ha sido superior a la publicada en la raza sarda ($h^2 = 0,07$) por Pazzola *et al.* (2020) e inferior a las detalladas por Salaris *et al.* (2024) para un rebaño experimental de la misma raza ($h^2 = 0,34$). Asimismo, teniendo en cuenta que el MVV presenta una alta tasa de mutación que puede influir en la sensibilidad de las pruebas ELISA y generar falsos negativos (Kalogianni *et al.*, 2021), se han realizado 100 simulaciones (con el mismo modelo genético), sustituyendo aleatoriamente el 60 % de los MVV negativos, por positivos, con el fin de detectar el límite inferior de la heredabilidad en la población analizada. En este caso, la heredabilidad promedio estimada a partir de las 100 simulaciones ha sido de $0,04 \pm 0,01$. Por lo tanto, nuestros resultados refuerzan la hipótesis de que existe una base genética heredable para el fenotipo "positividad al MVV" en la raza ovina Assaf.

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio preliminar muestran que la susceptibilidad a la infección del MVV en la raza ovina Assaf presenta unos valores de heredabilidad que permitirían implementar programas de selección genética como una estrategia complementaria a las medidas de control basadas en el manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crespo *et al.* 2016. Vet. Microbiol. 192: 152-162.
- Kalogianni *et al.* 2021 doi: 10.3390/v13091711
- Pazzola, M. *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 9213-9223
- Salaris *et al.* 2024 EAAP Poster 85.
- Sorensen, D.A. *et al.* 1995. Genet. Sel. Evol. 27: 229-249.

Agradecimientos: Este trabajo se ha desarrollado dentro del proyecto PID2022-136444OB-C32 financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Los autores agradecen la colaboración de ASSAFE.

visualizeGO: UNA HERRAMIENTA BIOINFORMÁTICA PARA LA INTERPRETACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE TÉRMINOS DE ONTOLOGÍA GÉNICA EN ESTUDIOS ÓMICOS

Alonso-García^{1*}, M., Fonseca^{1,2}, P.A.S., Pelayo¹, R., Arranz¹, J.J., Gutiérrez-Gil¹, B. y Suárez-Vega¹, A.

¹Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Campus de Vegazana, 24007 León;

²Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

*maalg@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Los análisis de enriquecimiento de ontología génica (GO, del inglés *Gene Ontology*) se utilizan comúnmente para determinar las funciones biológicas de los genes que se obtienen como resultado en los experimentos ómicos. Sin embargo, las listas de términos GO obtenidos en estos análisis pueden ser muy extensas y, en muchas ocasiones, redundantes, lo que complica su interpretación. Por este motivo, hemos desarrollado el paquete de R *visualizeGO* que permite establecer relaciones jerárquicas entre términos GO, disminuir la redundancia y hacer representaciones gráficas comprensibles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El paquete *visualizeGO* se ha desarrollado en el lenguaje R (R Core Team, 2024) y la versión estable actual se encuentra disponible en GitHub (<https://github.com/maalg21/visualizeGO>). La función principal del programa es "*clusterGO*". Esta función requiere una lista de términos GO obtenidos a partir de un análisis de enriquecimiento funcional previo. El objetivo de "*clusterGO*" es agrupar términos GO redundantes en clústeres, definidos según el método Silhouette (Rousseeuw, 1987), utilizando la matriz de similitud semántica. A partir de los resultados de *clusterGO*, el paquete ofrece diferentes funciones. Por una parte, la función "*compareGO*" permite comparar clústeres o listas de términos, con el fin de identificar similitudes entre dos condiciones experimentales. Además, la función "*familyGO*", establece la jerarquía completa añadiendo términos parentales e hijos a los términos proporcionados. Esta función es útil para la posterior representación gráfica de los resultados con la función "*visualizeGO*", que facilita la interpretación de los clústeres identificados. Para ilustrar la funcionalidad del paquete, se utilizó como ejemplo una lista de 137 términos GO obtenida a partir del estudio de Alonso-García et al. (2023). En este estudio se realizó un análisis de expresión diferencial entre muestras de tejido adiposo de cordero lechal en dos etapas diferentes de desarrollo. Además, el rendimiento de la herramienta *visualizeGO* se comparó con el paquete *rrvgo* (v.1.18.0) (Sayols, 2023), ampliamente utilizado para la reducción de redundancia en listas de términos enriquecidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis con *visualizeGO* redujo los 137 términos GO obtenidos por Alonso-García et al. (2023) a 54 clústeres de términos agrupados por su similitud semántica. A nivel biológico, los clústeres con más términos están estrechamente vinculados al metabolismo de ácidos grasos y al desarrollo del tejido adiposo. Esto evidencia que, además de reducir la redundancia, el programa resalta procesos clave asociados al estudio utilizado como ejemplo. En términos de rendimiento, al compararlo con *rrvgo*, *visualizeGO* fue más rápido con un tiempo promedio, respectivamente, de $5,50 \pm 0,59$ frente a $2,21 \pm 0,25$ segundos. Además, al comparar los resultados de los dos paquetes mediante la función "*compareGO*" observamos que todos los clústeres detectados por *rrvgo* fueron detectados también por *visualizeGO*. A nivel gráfico, "*visualizeGO*" ofrece la novedad de representar las relaciones jerárquicas entre los términos GO con la agrupación en clústeres incluida en el mismo gráfico.

CONCLUSIÓN

Se presenta *visualizeGO*, una herramienta bioinformática que permite reducir la redundancia de los resultados de los análisis de enriquecimiento funcional facilitando la interpretación biológica de los mismos. Además, ofrece una mayor versatilidad gráfica, incluyendo representaciones jerárquicas y comparativas que no están disponibles en otros paquetes similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alonso-García, M. et al. 2023. Front. Vet. Sci. 10: 1150996. • R Core Team. 2024. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria) • Rousseeuw, P.J. 1987. J. Comput. Appl. Math. 20: 53-65 • Sayols, S. 2023. microPublication Biology.

Agradecimientos: Alonso-García, M. está financiada por una beca predoctoral del Fondo Social Europeo Plus, a través del Programa Operativo de Castilla y León, y de la Junta de Castilla y León, mediante la Consejería de Educación.

INCORPORACIÓN DE DATOS DE EXPRESIÓN GÉNICA DE SANGRE EN LA PREDICCIÓN GENÓMICA DE LA INMUNIDAD EN PORCINO

Jové-Juncà^{1*}, T., Haas^{2,3}, V., Calus³, M., Quintanilla¹, R. y Ballester¹, M.

¹IRTA, Genética y Mejora Animal, 08140 Caldes de Montbui, Spain; ²University of Hohenheim, Animal science, 70599 Stuttgart, Germany; ³Wageningen University and Research, Animal breeding and genomics, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen, Dutchland
*teodor.jove@irta.cat

INTRODUCCIÓN

En porcino, la inclusión de caracteres inmunológicos como criterios de selección en programas de mejora genética ha sido propuesta como una estrategia para mejorar la robustez. Por otro lado, los avances recientes en la generación de datos ómicos de gran calidad hacen cada vez más factible su uso en programas de selección. En este estudio analizamos el potencial de incluir datos transcriptómicos en modelos predictivos de caracteres de inmunidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una población comercial de 255 cerdos Duroc se midieron caracteres relacionados con la salud, entre ellos las concentraciones de inmunoglobulinas, cortisol y proteínas de fase aguda, así como las distintas subpoblaciones de leucocitos. La población fue genotipada con un chip comercial de 70K SNPs, y se realizó la imputación a nivel del genoma completo. Los datos transcriptómicos se obtuvieron a partir de RNA-Seq de sangre. Para la modelización se usaron diversos modelos mixtos: GBLUP, considerando datos genómicos (Van Raden, 2008); TBLUP, considerando datos transcriptómicos (Guo *et al.*, 2016); GTBLUP, considerando ambos como efectos aleatorios independientes (Li *et al.*, 2019); y los modelos GTCBLUP, GTCBLUPi y MBLUP considerando la interacción entre el efecto genómico y transcriptómico (Perez *et al.*, 2022; Hass *et al.*, 2025; Liang *et al.*, 2022). GTCBLUP y GTCBLUPi corrigen la proporción de varianza del transcriptoma explicada por los datos genómicos con distintas asunciones sobre la varianza transcriptómica, mientras que MBLUP aplica una ponderación a los efectos aleatorios. La precisión de las predicciones de los modelos se calculó por validación cruzada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contraste de verosimilitudes entre los modelos confirmó la elevada significación del efecto del transcriptoma de sangre sobre los caracteres de inmunidad. Los modelos que consideraban el efecto del transcriptoma como factor aleatorio capturaban más proporción de varianza y ofrecían predicciones de los fenotipos más precisas que el modelo genómico (GBLUP) para la mayoría de los fenotipos analizados. A pesar de la redundancia de la información aportada por el genoma y el transcriptoma, considerar la interacción entre estos efectos no siempre comportó un incremento en la precisión del modelo. Así, el modelo GTCBLUP mostraba precisiones menores o iguales que el modelo GTBLUP, que consideraba los efectos genómico y transcriptómico como independientes, e incluso que el modelo que sólo incluía datos transcriptómicos (TBLUP). Los modelos GTCBLUPi y MBLUP fueron los que presentaron mejor ajuste y ofrecieron las predicciones más precisas para los fenotipos de inmunidad. Sin embargo, la inclusión de datos transcriptómicos no siempre reportó una mayor precisión de la evaluación genómica. Tan solo el modelo GTCBLUPi tendía a una mayor precisión de la predicción de los valores mejorantes genómicos que el modelo GBLUP, si bien la gran dispersión obtenida entre las distintas réplicas no permite ser concluyente al respecto.

CONCLUSIÓN

Se demuestra el interés de los datos transcriptómicos para mejorar el ajuste del modelo y la predicción de fenotipos de inmunidad en porcino, si bien la ganancia en precisión de la evaluación genómica está condicionada al ajuste de la interacción entre los efectos del genoma y el transcriptoma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Guo *et al.* 2016. Theor. Appl. Genet. 129: 2413 • Haas *et al.* 2025. pending publication • Li *et al.* 2019. Front Genet 10: 126 • Liang *et al.* 2022. J. Anim. Sci. Biotechnol. 13: 103 • Perez *et al.* 2022. G3 12: jkac258 • VanRaden 2008. J. Dairy Sci. 91: 4414.

Agradecimientos: Este trabajo se engloba dentro del proyecto nacional METAPIGEN (PID2020-112677 RB-C21-22), y la financiación interna del IRTA para becas predoctorales. Los autores agradecen la colaboración de Selección Batallé y del servicio de secuenciación del GNAG.

MOLÉCULAS EN LA LECHE QUE NOS CUENTAN LA VIDA DE LA VACA: LECHE ECOLÓGICA

Abou el qassim¹, L., de la Torre-Santos², S., Fernández³, L., Calderón⁴, P., Montes⁴, M., Puga⁴, S., Lopez-Benitez², K., Gómez³, C., Vicente², F., Menendez-Miranda², M. y Royo^{4*}, L.J.

¹Dairy Research & Innovation Centre, Scotland's Rural College (SRUC), Barony, Parkgate, Dumfries DG1 3NE, UK; ²Servicio Regional de investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), 33300 Asturias, España; ³Departamento de Química Física y Analítica, Universidad de Oviedo, 33006 Oviedo; ⁴Departamento de Biología Funcional Universidad de Oviedo, 33006 Oviedo, España
*royoluis@uniovi.es

INTRODUCCIÓN

Nuestro objetivo es la conservación y valorización de un sistema de producción de leche sostenible, basado en el uso de recursos propios. Este sistema de producción no tiene una norma de calidad que lo defina o marque sus aspectos diferenciales, como sí existe por ejemplo en la producción ecológica. En general, entendemos como leche ecológica aquella producida respetando los criterios de bienestar animal y de sostenibilidad medioambiental. Se están buscando marcadores tipo microARN con un doble objetivo, por un lado, poder certificar el sistema de producción de la leche que llega a los consumidores finales, y por otro investigar la funcionalidad de la leche producida bajo un sistema sostenible.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogió leche cruda de tanque de 112 ganaderías comerciales asturianas convencionales y ecológicas, 120 muestras de leche de rebaños experimentales (SERIDA. convencional e IES Lucas, ecológica) de diferentes ensayos en condiciones controladas, y 12 muestras comerciales de leche UHT. El ARN total de la leche se extrajo con el kit *mirVana*TM (InvitrogenTM). Para la conversión a ADNc se empleó el protocolo *TaqMan Advanced miRNA cDNA Synthesis kit* (Thermo Fisher Scientific), y para la posterior PCR a tiempo real se utilizaron los reactivos *TaqMan Advanced miRNA Assay* (Thermo Fisher Scientific) en un termociclador StepOneplus (Thermo Fisher Scientific). Se analizó la expresión de hasta 20 microARN diferentes según el ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos microARN, bta-miR-155 y bta-miR-103 (Abou el qassim *et al.*, 2022; De la Torre-Santos, 2020), cuya expresión se asocia al pastoreo y al consumo de hierba fresca en pesebre respectivamente. Además, se ha identificado el bta-miR-215 con niveles significativamente más bajos en las ganaderías ecológicas (Abou el qassim, 2023). En un ensayo en condiciones controladas no encontramos diferencias significativas de expresión debidas al momento del ordeño (de tarde o de mañana). Algunos de nuestros resultados indican que la leche producida en base a pastos y forrajes podría tener algún efecto beneficioso sobre el consumidor (Abou el qassim *et al.*, 2024). Se ha testado la resistencia de estos marcadores a los procesos tecnológicos de la leche. La pasteurización no provoca una reducción significativa de la presencia de microARN, cosa que sí ocurre en el caso de la producción de yogur y queso. En la leche UHT, aunque encontramos algunos miARN, todos están altamente afectados por el tratamiento y algunos desaparecen totalmente. La cuantificación de estos marcadores por PCR es una alternativa larga y costosa, y que requiere de normalización, lo que hace poco aconsejable su uso como método de certificación. Se están desarrollando actualmente alternativas a la PCR basadas en las propiedades ópticas de las nanopartículas de oro con resultados prometedores (López-Benitez *et al.*, 2024).

CONCLUSIÓN

Los microARN pueden ser una herramienta para la certificación de productos agroalimentarios. En cuanto a la funcionalidad, aún falta estudiar el efecto biológico de las diferencias encontradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou el qassim, L., Le Guillou, S., Royo, J.L. 2022. *IJMS*. 23 • Abou el qassim, L. 2023. Tesis doctoral • Abou el qassim, L., Golan-Gerstl, R., Reif, S., Royo, L.J. 2024. *Animals* 14: 2960 • De la Torre-Santos, M. 2020. Tesis doctoral • Lopez-Benitez, K., Alcazar-Gonzalez, P., el qassim, L.A., Fernandez-Argüelles, M.T., Vicente, F., Royo, J.L., Menendez-Miranda, M.. 2024 *Nanomaterials* 14: 1364

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto NANO-Milk (PID2021-1260100R-100) y por el Gobierno del Principado de Asturias a través de la Agencia SEKUENS (PCTI 2024-2027. REF. IDE/2024/000764), y cofinanciado por FEDER.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL NIVEL DE HIBRIDACIÓN DE CAMÉLIDOS DE ÉPOCA ROMANA Y MEDIEVAL EN EL SUR DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y NORTE DE ÁFRICA

Anaya^{1*}, G., Riquelme², J., Molina¹, A. y Garrido², J.

¹MERAGEM (AGR-158), Departamento de Genética, Universidad de Córdoba;

²INREPA (HUM-262, Departamento de Historia, Universidad de Córdoba

*b22ancag@uco.es

INTRODUCCIÓN

La especie *Camelus* se divide actualmente en *Camelus bactrianus* L. (dos jorobas, originario de Asia central) y *Camelus dromedarius* L. (una joroba, originario de la península arábiga). Se estima que la domesticación del camello se llevó a cabo al final del II milenio a.C. y que la dispersión hacia occidente se asocia a los movimientos de la civilización romana desde su presencia en el próximo oriente. El cruce entre dromedario y bactriano es una práctica común que genera animales de gran porte y resistencia, y que ya empleaban los romanos para desplazamientos de larga distancia. En lo que se refiere al sur peninsular se han observado camélidos en yacimientos de época romana, aunque la mayoría de los hallazgos se concentran en época medieval cuando, bajo control árabe, la presencia de esta especie era más abundante. El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el ADN antiguo (aDNA) de restos de camélidos de distintos yacimientos de épocas romana y medieval con el fin de detectar posible presencia de hibridación.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio se analizaron 10 restos óseos de camélidos de 9 yacimientos distintos (4 de época romana, 5 de época medieval y 1 de época bizantina), pertenecientes al sur de la península ibérica (Acinipo, Maraute, Palmela, Cercadilla, Plaza Pineda, Jardines de la Agricultura, Joaquín Sama Naharro, PP O-7) y uno al norte de África (Ceuta). El preprocesado y la extracción de aDNA se realizó en el Laboratorio de ADN Antiguo y Paleo ADN del grupo de investigación MERAGEM (PAI-158), en colaboración con el grupo INREPA (HUM-262). Se generaron librerías de enriquecimiento de ADN (NEB-NextUltra II FS DNA Library Prep Kit) y se realizó una secuenciación completa en el equipo Illumina NovaSeq 6000. Las secuencias brutas se alinearon con el genoma de referencia del dromedario (GCF_000803125.2) y bactriano (GCA_000767855.1) usando el programa bwa. Con el fin de hacer un estudio comparativo, se utilizaron secuencias de 3 dromedarios y 3 bactrianos modernos. Finalmente se analizó el nivel de mezcla de todas las muestras con el paquete de R, LEA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La secuenciación masiva generó una media de 77 millones de lecturas brutas por cada muestra analizada con un elevado nivel de calidad (Phred Score > 30). Del total de secuencias provenientes de los restos óseos, únicamente un 20,90% de media se alinearon al genoma del Dromedario y un 19,55% de media se alinearon al genoma de Bactriano. Esto es así debido a que durante la extracción de aDNA, además del ADN del resto óseo se aísla el de los distintos microorganismos que han intervenido en el proceso de descomposición y degradación del hueso. El alineamiento con los dos genomas evidenció diferencias. La mayor parte de los restos se alinearon mayoritariamente al genoma de dromedario, salvo en el caso de los yacimientos de Cercadilla y plaza Pineda, datados entre los siglos I-II a.C. que se alinearon en mayor porcentaje al genoma de Bactriano. El análisis de la estructura de la población ($K = 4$) mostró un grado de mezcla entre dromedario y bactriano en 5 de los restos estudiados, mientras que el otro grupo de restos se estructuró en dos poblaciones independientes sin grado de mezcla. Esto podría indicar que los animales de varios de los yacimientos se corresponden a híbridos mientras que el resto podrían derivar de poblaciones puras.

CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares podrían confirmar que la práctica del cruce de dromedario y bactriano ya la habrían implementado los romanos en sus movimientos hasta la península ibérica. Profundizar más en otras regiones del genoma permitiría detectar el origen genético de estos animales ayudando a un entendimiento mayor de las rutas y movimientos realizados por las distintas civilizaciones que han habitado la península ibérica.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por fondos I+D+i FEDER de la J.A. 2014-2020 con el proyecto CAMEL. Contextualización histórica, Alimentación, Morfología, Estudio genético y Linaje a través de los restos óseos de camélidos recuperados en yacimientos arqueológicos del sur de la península ibérica (Ref. 1380946-F).

MODELOS DE VARIANZA RESIDUAL HETEROGÉNEA CON EFECTOS GENÉTICOS DIRECTO Y MATERNO AFECTANDO AL CARÁCTER

Cervantes^{1*}, I., Formoso-Rafferty², N. y Gutiérrez¹, J.P.

¹Dpto. Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM;

²Dpto. Producción Agraria. ETSIAAB, UPM

*icervantes@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

La reducción de la varianza residual en caracteres como el peso al nacimiento puede ser de interés en especies prolíficas porque se ha demostrado que trae beneficios directos en supervivencia y bienestar animal (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016; López-Vergé *et al.*, 2018). La modelización de la varianza residual asumiendo que parte de ésta se debe al componente genético requiere la utilización de modelos complejos que precisan de una estructura fuerte de datos. Estos modelos requieren disponer de datos repetidos por individuo por lo que ajustan el efecto materno afectando la variabilidad, siendo también el único efecto genético que se incluye afectando al carácter debido a su complejidad. No obstante, ignorar el efecto genético de la cría podría sesgar las estimaciones de los parámetros del modelo cuando este componente existe. El objetivo de este trabajo fue explorar mediante simulación el rendimiento del modelo heterogéneo cuando se ajustan efectos genéticos directo y materno sobre un carácter como peso al nacimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se simularon el efecto genético directo y materno del carácter y el materno de la variabilidad con diferentes magnitudes de correlaciones habitualmente encontradas. Se crearon 5.000 datos de tres generaciones discretas, siendo 50 el número aproximado de datos simulados por cada madre. El pedigrí contenía 6.000 individuos. Se reconstruyó un fenotipo incluyendo los tres efectos genéticos y otro incluyendo únicamente los efectos maternos. Se probaron diferentes modelos que incluían o no el efecto directo del carácter en ambos fenotipos. Se utilizaron ASREML v4.2 (Gilmour *et al.*, 2015) y GSEVM (Ibáñez-Escriche *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que el modelo que incluía todos los efectos genéticos y sus correlaciones era capaz de separar los distintos componentes y estimar sus correlaciones en el escenario simulado en este trabajo en el que se asegura una fuerte estructura de datos. Se observó una infraestimación de todos los componentes genéticos y de la correlación entre el carácter y su variabilidad cuando existía componente genético directo, pero no era incluido en el modelo. Asimismo, el modelo detectó correctamente la inexistencia de efecto genético directo cuando el mismo no había sido incluido en la simulación. Aunque se ha mostrado que el peso al nacimiento tiene principalmente un componente genético materno, tanto en poblaciones experimentales (Formoso-Rafferty *et al.*, 2023) como en porcino (Kapell *et al.*, 2011), la aplicación de modelos que incluyen únicamente el efecto materno sobre el carácter sólo presentaría un buen rendimiento cuando el componente directo fuera poco importante. Una vez comprobado el funcionamiento adecuado del modelo completo, se precisa su aplicación en datos reales para poder concluir la pertinencia o no de incluir ambos efectos genéticos afectando al carácter.

CONCLUSIÓN

La estructura de datos simulada permitió comprobar que, aunque el modelo es complejo puede determinar la existencia de efecto directo del carácter, si lo hubiera. Cuando el modelo de análisis no se correspondió con el dato simulado, se observaron sesgos en la estimación de los parámetros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Formoso-Rafferty *et al.* 2016. *Animal* 10: 1770-1777
- Formoso-Rafferty *et al.*, 2023. *Proceedings 74th EAAP*
- Ibáñez-Escriche *et al.* 2010. *J. Anim. Breed. Genet.* 127: 249-251
- Kapell *et al.* 2011. *Livestock Science* 135: 215-224
- Gilmour *et al.* 2015. UK: VSN International Ltd. Retrieved from www.vsnl.co.uk.
- López-Vergé *et al.* 2018. *Translational Animal Science* 2: 383-395

Agradecimientos: Este estudio está financiado por un proyecto del Ministerio de Innovación Ciencia y Universidades: PID2023-149012OB-I00 (RoPIG).

VALIDACIÓN DE SNVs ASOCIADOS A LA RESILIENCIA EN LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS POR RESILIENCIA Y TAMAÑO DE CAMADA

Biada^{1*}, I., Casto-Rebollo¹, C., Ibáñez-Escriche¹, N., García², M.L., Argente², M.J. y Santacreu¹, M.A.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, València 46022,

España; ²Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad

Miguel Hernández de Elche, Orihuela, España

*ibiada@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

La resiliencia, definida como la capacidad del animal para mantener o recuperar rápidamente su rendimiento ante desafíos ambientales, es clave en la producción ganadera (Hermesch, 2014). Se han identificado variantes de un solo nucleótido (SNV) en genes candidatos asociados a la varianza ambiental del tamaño de camada (VE_{TC}), una medida utilizada como indicador de resiliencia (Casto-Rebollo *et al.*, 2021 y 2020). El objetivo de este estudio es analizar esas mutaciones funcionales en la población seleccionada divergentemente por VE_{TC} y en dos líneas maternas seleccionadas por tamaño de camada (TC) con distinta longevidad. Se estudian las frecuencias alélicas y genotípicas en estas poblaciones, así como su relación con VE_{TC} y TC, con el fin de avanzar en la identificación de genes que puedan tener un papel importante en la resiliencia y la longevidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon 24 SNVs asociados con resiliencia (Casto-Rebollo *et al.*, 2021 y 2020) mediante el QuantStudio 12K Flex Real-Time PCR a partir de muestras de sangre de animales de cuatro líneas genéticas: dos líneas divergentes seleccionadas por alta (H; $n = 175$) y baja (L; $n = 189$) VE_{TC} (Blasco *et al.*, 2017), y dos líneas maternas seleccionadas por TC con diferencias en longevidad. La línea A ($n = 168$) presenta una longevidad estándar, mientras que la línea LP ($n = 175$) presenta el doble de longevidad que la línea A (El Nagar *et al.*, 2021). Se calcularon las frecuencias alélicas y genotípicas y se relacionaron con la VE_{TC} y el TC. Se utilizó el estadístico Kruskal para comparar frecuencias genotípicas entre poblaciones y fenotipos, aplicando la corrección de Bonferroni para pruebas múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las frecuencias alélicas y genotípicas variaron entre las cuatro poblaciones para 15 SNVs. Los resultados más interesantes se encontraron para las variantes de los genes *FOXI1*, *ITGB8a*, *MC2R* y *FKBP10*. El genotipo CC de *FOXI1* se asoció con menor VE_{TC} ($p = 0,00$) y fue más frecuente en las líneas L (0,81) y LP (0,46), las líneas con mayor resiliencia y longevidad, respectivamente, y menos frecuente en las líneas H (0,20) y A (0,05). Los SNVs *ITGB8a*, *MC2R* y *FKBP10* mostraron una relación desfavorable entre VE_{TC} y TC ($p < 0,02$). Por ejemplo, en el caso del SNV *ITGB8a*, se encontró que el alelo A estaba asociado a una menor VE_{TC} y, en desacuerdo con lo esperado, era más frecuente en la línea H (0,99) que en la línea L (0,89). Además, el alelo C estaba asociado con un aumento de la VE_{TC} (menor resiliencia) y del TC y era más frecuente en la línea L (0,11) que en la H (0,01), evidenciando un antagonismo genético entre mejor resiliencia (baja VE_{TC}) y mayor TC. Estos resultados no están de acuerdo con los resultados previos del experimento de selección divergente por VE_{TC} , la línea L presenta menor VE_{TC} , mayor TC y mayor resiliencia que la línea H (Blasco *et al.*, 2017). Esta asociación del alelo C con un mejor TC estaría de acuerdo con el hecho de que el alelo C es el alelo predominante en las líneas seleccionadas por tamaño de camada (A: 0,77; LP: 0,94).

CONCLUSIÓN

Este estudio aporta información sobre la base genética de la resiliencia mediante el análisis de variantes funcionales asociadas a la resiliencia en cuatro poblaciones de conejos. La distribución genotípica de *FOXI1* sugiere una asociación genética favorable entre resiliencia y longevidad; sin embargo, tres SNVs estudiados mostraron efectos antagónicos entre la resiliencia, medida como VE_{TC} y el tamaño de camada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasco *et al.* 2017. Genet. Sel. Evol. 49: 1-8
- Casto-Rebollo *et al.* 2021. Genet. Sel. Evol. 53: 59
- Casto-Rebollo *et al.* 2020. Genet. Sel. Evol. 52: 22
- Hermesch, S. 2014. Breeding Focus 2014 - Improving Resilience.
- Sánchez *et al.* 2008. J. Anim. Sci. 86: 515-525.

Agradecimientos: Agradecemos al proyecto AGROALNEXT y la Generalitat Valenciana por la beca CIACIF/2021/005.

EVALUACIÓN DE LA CONEXIÓN ENTRE LAS POBLACIONES OVINAS MANECH TÊTE ROUSSE Y LATXA CARA RUBIA

Granado-Tajada^{1*}, I., Rodríguez-Ramilo², S.T., Astruc³, J.M. y Ugarte¹, E.

¹Departamento de Producción Animal, NEIKER-BRTA, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Campus Agroalimentario de Arkaute, s/n, 01192 Arkaute, España; ²INRAE, UMR 1388 GenPhySE, 31326 Castanet Tolosan, Francia; ³IDELE, 31326 Castanet Tolosan, Francia
*igranado@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Debido a la proximidad geográfica y el uso de pastos comunales en el Pirineo, el intercambio de animales entre las poblaciones de Latxa Cara Rubia (LCR) y Manech Tête Rousse (MTR) ha sido recurrente a lo largo de los años. Además, el programa de mejora de LCR ha importado semen MTR de forma sistemática desde 2010. Disponer de información genómica de ambas poblaciones abre la posibilidad de estudiar el efecto de esta introgresión a nivel de genoma (Granado-Tajada *et al.*, 2020). Este trabajo tiene como objetivo analizar cómo ha evolucionado el genoma de la población LCR tras más de una década de inseminaciones con MTR.

MATERIAL Y MÉTODOS

Partiendo del libro genealógico de LCR, se obtuvo la información genómica (50K marcadores) de 784 y 765 machos de inseminación artificial de LCR y MTR, respectivamente. Tras el filtrado de calidad, se dispuso de un total de 1.549 animales y 31.258 SNP. El parentesco basado en SNPs entre dos individuos i y j ($f_{SNP_{ij}}$) se calculó utilizando la definición de Malécot (1948), como:

$$f_{SNP_{ij}} = \sum_{k=1}^{n_{SNP}} (I_{11,k} + I_{12,k} + I_{21,k} + I_{22,k}) / 4n_{SNP}$$

donde n_{SNP} es el número total de SNPs, $I_{xy,k}$ es una variable indicadora que es igual a 1 cuando un alelo de un individuo y un alelo del otro individuo en el SNP k son iguales y 0 si no lo son. Además, se analizó el cambio en f_{SNP} en el tiempo comparando individuos antiguos con los más jóvenes (20 % de los genotipados en cada caso). También se estimó para cada individuo la proporción de cada origen con el software ADMIXTURE v1.3.0 (Alexander *et al.*, 2009). Finalmente, se detectaron segmentos de homocigotos con el software detectRUNS (Biscarini *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que comparando con Granado-Tajada *et al.* (2020) el f_{SNP} se ha incrementado tanto dentro de cada población como entre ellas, siendo el aumento doble en este último caso. El incremento en el tiempo sigue el mismo patrón, siendo el incremento de MTR menor (0,6%), y más elevado tanto en LCR (1,5%) como entre ambas poblaciones (2%). En cuanto al origen individual, se observa que MTR ha mantenido en el tiempo las proporciones de sus orígenes con un 20% de LCR, en cambio en LCR se han modificado las proporciones que inicialmente eran del 34% de MTR situándose actualmente en torno a 66%. Este resultado concuerda con la detección en el cromosoma 6 del segmento de homocigotos que había sido ya descrito en MTR (Rodríguez-Ramilo *et al.*, 2021), y posiblemente está relacionado con la presencia de dos genes candidatos (*NCAPG* y *LCORL*) asociados con el control del peso y talla en ovino.

CONCLUSIÓN

El constante uso de sangre francesa MTR en la población de LCR, se ve reflejado en el genoma que muestra poblaciones más similares y cercanas entre sí. El parentesco entre LCR y MTR se ha incrementado más que en cada población y comparten segmentos de homocigotos. Por lo tanto, estas poblaciones son cada vez más cercanas y su evolución tiende a unirse en una misma línea genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alexander, D.H. *et al.* 2009. Genome Res. 19: 1655-1664 • Biscarini, F. *et al.* 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=detectRUNS>. • Granado-Tajada, I. *et al.* 2020. J Dairy Sci. 103: 5215-5226 • Malécot, G. 1948. Masson & Cie, Paris, France. • Rodríguez-Ramilo, S.T. *et al.* 2021. J Dairy Sci. Com. 2: 132-136.

Agradecimientos: A CONFELAC y CDEO, por la aportación de datos genómicos. A POCTEFA por la financiación del proyecto ARDI2 (EFA032/01) en el que se encuadra este trabajo.

PROBLEMAS DE FERTILIDAD EN MORUECOS: UNA MIRADA AL TRANSCRIPTOMA

Macías¹, A., Martín¹, E., Laviña¹, A., Pérez-Pe², R., Monteagudo³, L.V. y Tejedor^{3*}, M.T.

¹Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino de la Raza "Rasa Aragonesa" (ANGRA).

Cabañera Real s/n. 50800 Zuera (Zaragoza); ²Dto. Bioquímica y Biología Molecular y Celular,

Miguel Servet, 177. 5013 Universidad de Zaragoza; ³Dto. Anatomía, Embriología y

Genética Animal, Miguel Servet, 177. 5013 Universidad de Zaragoza

*ttejedor@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Un morueco de la raza rasa Aragonesa usado en inseminación artificial (M) mostró unos bajos resultados de fertilidad (partos/oveja inseminada) y de fecundidad (corderos/oveja inseminada). Además del estudio completo de su calidad seminal (baja calidad), se procedió al análisis del transcriptoma para buscar anomalías de expresión génica que pudieran explicar esta situación (Morozova *et al.*, 2009).

MATERIAL Y MÉTODOS

Sobre biopsias testiculares del macho problema (M) y de un macho de características reproductivas y calidad seminal normales (O) se realizó la secuenciación del transcriptoma, su análisis estadístico con mapeo frente al genoma de referencia (*Ovis aries*, GCF_016772045.2) y el análisis diferencial de expresión genética entre ambos machos, basado en log2FoldChange y FDR (*Fase Discovery Rate*) y según Ji y Sadreyev (2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 35.117 genes cumplieron los criterios de calidad; 1.306 fueron expresados de forma diferencial entre los machos considerados (441 sobre-expresados y 865 infra-expresados en M con respecto a O). Se seleccionaron los 20 genes con log2FoldChange más negativos (los genes más fuertemente infra-expresados en M), comprendidos entre -12,97 y -10,63, con FDR entre 0,0047 y 0,0254. Entre ellos destacaron los genes siguientes: FLG (*filaggrin*), S100A7A (*Calcium binding protein A7A*), LOC105614079 (*filaggrin-like*), S100A8 (*S100 calcium binding protein A8*), LOC101105840 (*calmodulin*), todos ellos correspondientes al grupo de ontología génica GO:0005509 (permite la unión de iones de Ca); LOC114116989 (*WAP four-disulfide core domain protein 18-like*), correspondiente a GO: 0004867 (permite la actividad inhibidora de la endopeptidasa de tipo serina) y LOC100526782 (*keratin 33B*), asociada en ratón con morfología testicular anormal y testículos pequeños. También se seleccionaron los 20 genes con log2FoldChange más positivos (los genes más fuertemente sobre-expresados en M); comprendidos entre 4,82 y 14,92 con FDR entre 0,0000 y 0,0322. Entre ellos destacan FTL (*Ferritin light Chain 2 = Epididymis Secretory Sperm Binding Protein*) y CAPN13 (*Calpain13= Calcium-Activated Neutral Proteinase 13*), correspondiente a GO: 0004198 (permite la actividad de la endopeptidasa de tipo cisteína dependiente del calcio).

CONCLUSIÓN

Muchos genes infra-expresados se relacionan con metabolismo del calcio, esencial en motilidad, capacitación y reacción acrosómica, y otros son queratinas, de posibles efectos sobre las membranas. Los genes sobre-expresados podrían relacionarse con especies de oxígeno reactivas aumentadas (daño espermático).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morozova, O. *et al.* 2009. Annu Rev Genom Hum G. 10: 135-151.
- Ji, F. y Sadreyev, R.I. 2018. Curr Protoc Mol Biol. 124(1): e68.

EFECTO DEL ESTRÉS TÉRMICO Y DIETA EN CERDAS IBÉRICAS GESTANTES SOBRE LA EXPRESIÓN GÉNICA EN SANGRE DE LOS LECHONES

Núñez^{1*}, Y, Gómez², G., García¹, F., García-Cabrero¹, A.M., Magro³, A., de las Heras-Molina³, A., Gómez⁴, F., López-Bote³, C.J., Óvilo¹, C., García-Casco^{1,5}, J.M., y Muñoz¹, M.

¹INIA-CSIC, Ctra. La Coruña, Km 7,5 28040, Madrid; ²Dehesón del Encinar, 45560 Oropesa, Toledo;

³Facultad de Veterinaria, UCM, Ciudad Universitaria s/n 28040. Madrid; ⁴Sánchez Romero Carvajal Jabugo SA, 21290 Huelva; ⁵Centro de I+D en Cerdo Ibérico, INIA-CSIC, 06300 Zafra, Badajoz

*nunez.yolanda@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El tamaño del lechón al nacimiento es crucial para su productividad y bienestar, ya que un bajo peso puede afectar su desarrollo fisiológico a largo plazo. El estrés por calor durante la gestación es uno de los factores que comprometen su viabilidad, con secuelas permanentes en su rendimiento (Johnson *et al.*, 2020). Durante el período perinatal aparecen compuestos proinflamatorios y prooxidativos que provocan estrés oxidativo en la madre y en la progenie, afectando al crecimiento y metabolismo de los lechones. Estos efectos pueden ser aliviados con estrategias nutricionales como la suplementación con antioxidantes o minerales (Ponnampalam *et al.*, 2022). El objetivo de este trabajo fue analizar la expresión de un panel de genes relacionados con procesos oxidativos, inflamatorios y de respuesta a estrés por calor en sangre de lechones cuya gestación se realizó en los meses de verano o invierno, evaluando además el impacto de estrategias nutricionales aliviadoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos ensayos, uno en el que la gestación se desarrolló de noviembre a marzo (termoneutro (TN); $T_{media} = 9,0 \pm 3,7$ °C) y otro que se desarrolló de mayo a septiembre (estrés calor (HS)); $T_{media} = 23,7 \pm 4,3$ °C). Se distribuyeron 72 cerdas en tres grupos experimentales ($n = 24$) según el tipo de dieta recibida desde el día 50 de la gestación hasta el destete: control (CT; 100 UI VitE/kg y minerales 100% origen inorgánico), vitamina E (VE; 200 UI VitE/kg y minerales 100% origen inorgánico) y minerales (M; 100 UI VitE/kg con 75-100% de los minerales Mn, Cu, Zn y Se de origen orgánico para una mejor absorción). Al nacimiento, los lechones se clasificaron por su peso, grandes (G; peso $>1,3$ kg) y pequeños (P; peso $<1,2$ kg). Tras el destete se seleccionaron 48 lechones del ensayo HS y 60 del TN, balanceados por grupo experimental, sexo y peso al nacimiento ($G = 1,51 \pm 0,11$ kg y $P = 0,98 \pm 0,12$ kg) a los que se les tomó una muestra de sangre. Se extrajo ARN total y se cuantificó mediante RT-qPCR un panel de genes involucrados en funciones oxidativas (*CAT*, *SOD1*, *GPX1*, *GPX3*), inflamación y respuesta al estrés (*NFKB*, *NFE2L2*, *NOS2*, *TLR2*, *HMOX2*) y en la respuesta a estrés térmico (*HSF1*, *HSP27*, *HSP90AA1*, *HSPA13*). Por último, se analizó la variación de la expresión génica en función del período de gestación, la dieta materna y el peso al nacimiento mediante un modelo de regresión lineal en R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican un fuerte efecto de la estación en la que se desarrollaba la gestación sobre la expresión génica, observándose mayor expresión de los genes *GPX1*, *GPX3*, *TLR2*, *NFE2L2*, *NOS2*, *NFKB*, *HSPA13*, *HSF1*, *HSP27* y *HSP90AA1* durante el ensayo HS. La dieta de las madres no mostró efecto sobre la expresión. Respecto al tamaño del lechón, solo se observó una diferencia significativa en la expresión del gen *NOS2* ($p = 0,020$) para el peso al nacimiento en los lechones gestados en verano, con mayor expresión del grupo P frente a G.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la estación del año en la que se produce la gestación y posterior nacimiento de los lechones tuvo un fuerte efecto sobre la expresión de los genes analizados, con mayor expresión en los lechones gestados durante el verano frente a los del invierno. Por lo tanto, se produjo un mayor estrés oxidativo y perfil inflamatorio, con una respuesta al estrés por calor más acusada, de los lechones gestados en verano. No se observaron diferencias significativas entre las dietas ensayadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Johnson J.S. *et al.* 2020. Theriogenology 154: 110-119. • Ponnampalam, E.N. *et al.* 2022. Animals 12: 3279.

Agradecimientos: PID2022-139367OB-C21 financiado por MICIU/AEI/ 10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

SALUD Y **B**IENESTAR **A**NIMAL

¿IMPORTAN LAS PRIMERAS IMPRESIONES?

Hormaetxe¹, A., Eizaguirre¹, A., Liste², G., Keeling³, L., Newberry⁴, R., Averós¹, X. y Estévez^{1,5*}, I.

¹NEIKER, Arkaute, España; ²ESIC, Zaragoza, España; ³SLU, Suecia;

⁴NMBU, Noruega; ⁵IKERBASQUE, Bilbao, España

*iestevez@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Estudios anteriores han evidenciado la relevancia de la apariencia fenotípica en cuanto a las dinámicas sociales en gallinas de puesta a lo largo de su desarrollo (Liste y Estevez, 2023; Campderrich *et al.*, 2017). Sin embargo, se desconoce cómo y cuándo se produce el reconocimiento de estos arquetipos que sirven como modelos de referencia sociales. Este estudio pretende determinar si el reconocimiento del arquetipo queda fijado durante la fase del imprinting o es necesario el desarrollo de mayores lazos sociales, y en qué medida el arquetipo puede ser más o menos flexible en función de la diversidad fenotípica del grupo social.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio 720 pollitas Isa Brown de un día de edad se asignaron aleatoriamente a 30 grupos de 24 individuos. El diseño experimental (2x5 tratamientos), consistió en una exposición durante la primera semana de vida (imprinting) ó 6 semanas (imprinting+socialización temprana), y 5 tratamientos fenotípicos: 100A, 100NA, 16A, 16NA, 50A y 50NA (A=alterado, NA=no alterado). En las semanas 1, 6, 10 y 14, 2 pollitas de un mismo recinto (individuos familiares, F1 y F2), se testaron durante 10 minutos frente a 2 individuos estímulo desconocidos, uno fenotípicamente igual a los familiares (Si), y el otro diferente (Sd). Dichos encuentros se grabaron mediante un sistema de grabación de video para su análisis posterior. En este análisis preliminar se analizaron las grabaciones de 201 test (55,83% de los totales), correspondientes a 3 parejas focales de cada uno de los 36 recintos, en 2 edades, 10 y 14 semanas de vida. Los test se analizaron mediante un scan sampling/minuto, tomando con la imagen parada las coordenadas (X,Y) de la nuca de cada individuo mediante el software BORIS (Versión 8.27.10; Friard y Gamba, 2016). Utilizando la distancia euclídea (DE), la respuesta al reconocimiento se determinó en base a la distancia total recorrida de cada individuo (suma de DE), y a las distancias interindividuales (DE interindividual) entre el individuo de referencia F1 y el resto de individuos (F2, Si, Sd), para determinar también el vecino más próximo y más lejano al F1 en cada scan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares indican que los individuos familiares (F2) se encontraban más próximos a F1 ($P<0,01$ y $P<0,0001$, en semanas 10 y 14 respectivamente), en comparación con los individuos 'estímulo', independientemente del fenotipo de éstos. En cambio, en la semana 14, se observó que los individuos se hallaban más lejos de F1 según su fenotipo y familiaridad, siendo los más alejados los Sd, seguidos de los Si ($P<0,0001$ en ambos casos). Además, los individuos 'estímulo' recorrieron una mayor distancia en comparación a los familiares ($P<0,0001$, ambas semanas 10 y 14). Contrariamente a lo esperado, los análisis preliminares no indican resultados consistentes en cuanto al tratamiento fenotípico, ni respecto al periodo de exposición.

CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares sugieren que la menor distancia entre F1 y F2 indica un reconocimiento entre familiares del grupo social. Además, la mayor distancia de los Sd seguido de los Si, en cierto modo, indica un reconocimiento del fenotipo, aunque solo sea evidente en la semana 14. No obstante, al tratarse de resultados preliminares, es necesario terminar de analizar todos los datos de los test correspondientes a las semanas 1 y 6.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Liste, G. y Estevez, I. 2023. Sci rep. 13: 2421. • Campderrich, I., Liste, G. y Estevez, I. 2017. Appl. Anim. Behav. Sci. 189: 41-48. • Friard, O. y Gamba, M. 2016. Methods Ecol Evol. 7: 1325-1330.

Agradecimientos: Al Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto LOOKHEN; PID2022-142406OR-100). Hormaetxe, A. está financiada con una beca FPI con cargo al mismo proyecto.

MAYORÍA vs. MINORÍA: ¿QUIÉN ES MÁS PESIMISTA?

Eizaguirre¹, A., Hormaetxe¹, A., Averós¹, X., Beltrán de Heredia¹, I., Keeling², L. y Estevez^{1,3*}, I.

¹NEIKER (BRTA) Arkaute, España; ²Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden; ³IKERBASQUE, Bilbao, España

*iestevez@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La diversidad fenotípica en gallinas de puesta afecta a su dinámica social, y puede tener consecuencias negativas para la salud y bienestar de individuos del fenotipo minoritario (Liste y Estevez, 2023; Campderrich *et al.*, 2017a). El test de sesgo cognitivo, usado en humanos para determinar cuadros de ansiedad o depresión (Wright *et al.*, 1992), permite detectar las consecuencias cognitivas del estrés reflejados en una mayor tendencia hacia respuestas pesimistas en gallinas de puesta (Salmeto *et al.*, 2010; Hedlund *et al.*, 2021). En este estudio se analiza el impacto de la experiencia social temprana sobre el sesgo cognitivo durante la primera (impronta) o 6 primeras semanas de vida (impronta y exposición social temprana). Nuestra hipótesis es que las pollitas que han crecido en un entorno social en minoría fenotípica tenderán a ser más pesimistas en la toma de decisiones, debido al impacto negativo del estrés social, tanto más, cuanto más largo haya sido el tiempo de exposición, en comparación a la respuesta esperable en individuos del fenotipo mayoritario.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 720 pollitas de 1 día de edad procedentes de una incubadora comercial (HG y P Layers). A su llegada, se pesaron y se asignaron aleatoriamente a 30 grupos de 24 individuos. Las pollitas se identificaron individualmente mediante etiquetado en el cuello (Cornetto *et al.*, 2002; Liste y Estevez, 2023). El diseño experimental consistió en combinar 2 periodos de exposición (1 o 6 semanas) a una mayor o menor diversidad fenotípica dentro del grupo; Mayoría (84%) Marcada (M) y No Marcada (NM), Minoría (16%) M y NM, y Control (50% M + 50% NM). La apariencia fenotípica se modificó mediante la tinción de un penacho de plumas en la parte posterior de la cabeza con un tinte sin amoníaco (Campderrich *et al.*, 2017b; Liste *et al.*, 2015; Liste y Estevez, 2023). A las semanas 1 y 6, los individuos de fenotipo minoritario se transfirieron a otros recintos, reorganizándolos en grupos fenotípicamente homogéneos. A las 8 y 15 semanas se realizaron los test de sesgo cognitivo (Hedlund *et al.*, 2021). Se analizó la latencia de salida, de llegada a la imagen y el tiempo de llegada al grupo social tras la exposición a un estímulo positivo (imagen de pollita), un estímulo negativo (búho) y uno ambiguo (híbrido entre búho y pollita).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los individuos que estuvieron en minoría tuvieron tiempos de latencia ($P < 0,001$) más largos en comparación a los que estuvieron en mayoría o en los grupos control (215, 198, y 152s, respectivamente). Además, los individuos en minoría también tardaron más en establecer contacto con el grupo social (261s), frente a 232s y 177s que tardaron los individuos en mayoría fenotípica y los controles con idéntica proporción de fenotipos ($P < 0,002$). Para ninguno de los dos parámetros ($P > 0,05$) se encontraron efectos de la duración de la exposición temprana, de 1 (periodo de impronta) o 6 semanas (impronta más socialización temprana).

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que crecer en minoría fenotípica supone un estrés social mantenido en el medio plazo, incluso cuando la exposición se produce durante la primera semana de vida. Estos resultados preliminares evidencian el impacto que tiene un entorno social caracterizado por una diversidad fenotípica durante las primeras etapas del desarrollo de las gallinas de puesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hedlund *et al.* 2021. *Animals*. 11: 1083. • Salmeto *et al.* 2011. *Br. Res.* 1373: 124-130. • Campderrich *et al.* 2017a. *PLoS ONE* 12(12): e0188931 • Cornetto *et al.* 2002. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75: 325-336. • Liste *et al.* 2015. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 163: 144-157. • Liste, G., Estevez, I. 2023. *Nat.* 13: 2421. • Campderrich *et al.* 2017b. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 189: 41-48. • Wright *et al.* 1992. *Organ. Behav. Hum. Decis. Pr.* 52 (2): 276-291.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto LOOKHEN, PID 2022-142406OR-100). Hormaetxea, A. está financiada por una beca de FPI con cargo al mismo proyecto.

SIMPLIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DEL BIENESTAR PARA SU APLICACIÓN PRÁCTICA: CASO DEL POLLO DE CRECIMIENTO LENTO

Ruiz-Ferreras¹, A., Lavín², J.L., Estevez^{1,3}, I. y Averós^{1*}, X.

¹NEIKER Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Departamento de Producción Animal 01192 Arkaute; ²NEIKER Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Departamento de Matemática Aplicada 48160 Derio; ³IKERBASQUE, Fundación Vasca para la Ciencia, Plaza Euskadi 5, 48009 Bilbao
*xaveros@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Los protocolos existentes para evaluar el bienestar del pollo de carne son válidos a nivel científico y de certificación, pero son demasiado complejos de aplicar para un productor que quiera información objetiva del bienestar de sus lotes. Se ha demostrado el potencial del machine learning (ML) para identificar indicadores iceberg y generar modelos predictivos que deriven en protocolos sencillos de aplicar en granjas intensivas de pollo (Averós *et al.*, 2024). En este trabajo mostramos los resultados de la aplicación de ML en el caso de un sistema productivo de pollo de carne de crecimiento lento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó el bienestar en 98 lotes de pollos de crecimiento lento con salida a parque, a los 70 días de vida, en base al método de los transectos del protocolo AWIN (Marchewka *et al.*, 2013; BenSassi *et al.*, 2019), que se adaptó para evaluar el parque. Se evaluaron 24 indicadores basados en el animal, recursos disponibles, variables ambientales, y evidencia documentada de registros escritos. Cada indicador recibió una nota individual según dicho protocolo, y mediante la suma de puntuaciones se obtuvo una nota final en base a la que el bienestar del lote se clasificó como insuficiente/mejorable/excelente. Se realizó un análisis no supervisado, explorando correlaciones entre indicadores, realizando un análisis de componentes principales (ACP) y un clustering jerárquico para determinar agrupaciones de lotes según los indicadores. Mediante eliminación recursiva se entrenó un modelo predictivo de la importancia relativa de los indicadores utilizando como referencia la variable clasificatoria, que definió cuántos y qué indicadores incluiría el modelo. Mediante ML se entrenaron 4 modelos supervisados de clasificación del bienestar en base a dichos indicadores (árbol de decisión, random forests, supervised vector machine, y k-nearest neighbour). Los modelos se validaron, escogiéndose el de mayor precisión y valor Kappa. Para éste se obtuvo la sensibilidad y especificidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis no supervisados revelaron correlaciones significativas entre indicadores (p. ej. % inmóviles y % pequeños, $r=0,70$, $P<0,001$; o % muertos y NH_3 , $r=0,68$, $P<0,001$), mostrando el potencial de reducción del número de indicadores. El ACP y el clustering jerárquico evidenciaron una agrupación de lotes en 3 clústeres, sugiriendo la posibilidad de discriminación de los lotes según su clasificación en nivel de bienestar. La precisión del modelo de predicción se estabilizó en valores en torno al 89% para modelos de entre 5 y 10 variables. Por ello, se entrenaron 4 modelos supervisados con las 5, 6 y 7 variables de mayor importancia relativa. El mejor modelo (precisión=91,2%; Kappa=50,7%) se obtuvo con un random forest incluyendo mortalidad acumulada, % cojos, % problemas de emplume, NH_3 , CO_2 , y calidad de la yacija. Dicho modelo resultó en una sensibilidad y especificidad del 100%. Los resultados permiten ser optimistas, aunque cautos, puesto que, dado el número limitado de observaciones, puede existir sobre entrenamiento del modelo.

CONCLUSIÓN

Se puede determinar de manera sencilla y objetiva el riesgo para el bienestar en pollo de crecimiento lento usando sólo 6 variables (mortalidad acumulada, % cojos, % problemas de emplume, NH_3 , CO_2 , y calidad de la yacija). Con estas variables los productores pueden obtener información objetiva, precisa y fiable del riesgo de afectación de los niveles de bienestar de sus lotes de pollos sin tener que aplicar el protocolo completo de evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Averós, X. *et al.*, 2024. Sci. Reps. 14: 22493. BenSassi, • N. *et al.*, 2019. Plos ONE 14: 0214070. • Marchewka, J. *et al.*, 2013. Poult. Sci. 92: 2588–2599.

Agradecimientos: al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (D-AWARE, PDC2022-133081-C21). A los técnicos y productores.

PROTOCOLO PARA MEDIR EL IMPACTO DEL ESTRÉS POR CALOR SOBRE EL BIENESTAR DE LAS AVES DE ENGORDE A TRAVÉS DEL COMPORTAMIENTO

Guevara^{1*}, R.D., Maldonado-Ortiz², A.J., Sevillano², F., Llonch³, P., Blanch⁴ M. y Menoyo², D.

¹AWEC Advisors S.L., Campus UAB, 08193, Barcelona; ²Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid; ³Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, Barcelona;

⁴Lucta SA, Innovation Division, Campus UAB, 08193, Barcelona

*raul.guevara@awec.es

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor (EC) se considera uno de los problemas más importantes de la industria avícola a nivel mundial. El comportamiento de los animales es una respuesta adaptativa que puede tener un patrón marcado dependiendo del estímulo, por ello es interesante implementar protocolos basados en el comportamiento animal que ayuden a interpretar mejor los resultados de las investigaciones. Además, dichos protocolos ayudarán a valorar mejor el bienestar de las aves durante el EC evitando exponerlas a estrés exagerado e innecesario. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proponer un protocolo para medir el impacto del EC sobre el bienestar de los pollos a través del comportamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en dos salas, cada sala contaba con 36 corrales que acogían 10 aves por corral con comedero y acceso a la línea de bebederos (5/corral). A su llegada se distribuyeron aleatoriamente 720 pollos broiler Cobb 500 entre los 72 corrales. Los resultados de la observación de 9 corrales en cada sala se utilizaron para este trabajo. Todos los animales fueron mantenidos en su zona de confort térmico siguiendo las recomendaciones de la guía Cobb 500 hasta los 35 días de edad. A partir del día 35, la nave con EC fue sometida a un índice de temperatura y humedad (TH) de $81 \pm 1,8$, durante 6 horas/día. El estrés por calor cíclico se repitió durante 5 días consecutivos. La sala termo neutra (TN) se mantuvo en condiciones de confort térmico para las aves, ITH de $69 \pm 0,3$. Se tomó como referencia el THI para pollos propuesto por de Moraes *et al.* (2008). Se realizaron observaciones de comportamiento durante los 5 días del estrés por calor cada 3 horas, registrando el área de concentraciones de las aves dentro de cada corral, sus posturas (i.e., sentada, de pie, acostada, caminando) y comportamientos (i.e., comiendo, bebiendo, acicalamiento, jadeo, descansando).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aves con EC se acumularon más en la zona frontal y media del corral ($P=0,0036$). Las aves en TN se localizaron principalmente en la zona media del corral, cerca del comedero ($P<0,0001$). Las aves en condiciones TN se acumularon más en la zona media que las que tenían EC, lo que podría significar una reducción en la intención de las aves con EC de consumir alimento. En ambos grupos, las aves mostraron una postura pasiva durante el estudio, postura "sentada" ($P<0,0001$). Entre ambos grupos, las aves con EC mostraron más postura "sentada" que las aves TN ($P=0,0151$), reflejando una reducción de la actividad física de las aves. Las aves en condiciones TN mostraron más postura "de pie" que las aves con EC ($P=0,0074$). Las aves con EC mostraron un comportamiento de jadeo más evidente que las aves del grupo TN ($P<0,0001$) siendo más pronunciado en las observaciones del medio día y tarde relativo a las observaciones de la mañana ($P<0,0001$). Las aves en la sala TN mostraron más comportamientos de descanso ($P<0,0001$), alimentación ($P=0,012$), y bebida ($P=0,0236$) que las aves con EC. También se observaron diferencias entre las distintas horas de las observaciones en los comportamientos de bebida ($P=0,0112$), jadeo ($P<0,0001$) y descanso ($P<0,0001$) en la sala EC, evidenciando un mayor impacto del EC en las horas de la tarde. Los indicadores de comportamiento evaluados permiten inferir el impacto del estrés por calor en las aves ya que han mostrado comportamientos y reacciones comportamentales descritas (Brugaletta *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

El protocolo de evaluación del comportamiento para monitorizar el bienestar de las aves detectó el impacto del EC reflejado en una reducción de la actividad física y los comportamientos de alimentación y aumento del jadeo. Las diferencias observadas en los distintos momentos del día pueden ser útiles de cara a diseñar futuros programas de manejo que ayuden a aliviar los efectos negativos del EC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Brugaletta *et al.* 2022. *Front. Physiol.* 13. doi:10.3389/fphys.2022.93438 • de Moraes *et al.* 2008. *International Livestock Environment Symposium-ILES VIII*.

Agradecimientos: Este estudio se ha financiado en parte gracias al Proyecto PID2020-114180RB-100.

MODIFICACIONES DE LA MICROBIOTA INTESTINAL ASOCIADAS CON EL SCRAPIE OVINO

Hernaiz^{1,3}, A., Grasa^{2,3,4}, L., De Diego-Abejón^{1,2}, P., León-Huertas¹, C., Marín^{3,4,5}, B., Badiola^{3,4,5}, J.J., Bolea^{3,4,5}, R., Zaragoza^{1,3,4,6}, P., Martín-Burriel^{1,3,4,5,6*}, I.

¹Laboratorio de Genética Bioquímica (LAGENBIO), Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza; ²Departamento de Farmacología, Fisiología y Medicina Legal y Forense, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza; ³Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón (IA2) UNIZAR-CITA, Zaragoza; ⁴Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS-Aragón), Zaragoza; ⁵Centro de Encefalopatías y Enfermedades Transmisibles Emergentes (CEETE), Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza; ⁶Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Neurodegenerativas (CIBERNED), Instituto de Salud Carlos III, Madrid

*minma@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades priónicas o encefalopatías espongiformes transmisibles (EETs) son trastornos neurodegenerativos causados por una proteína infecciosa mal plegada, conocida como, que afectan tanto a seres humanos como a animales (Johnson, 2005). Existen distintos tipos de EETs, siendo el scrapie la enfermedad que afecta al ganado ovino y caprino (Jeffrey y González, 2007). Distintos estudios han demostrado una posible implicación de la microbiota intestinal en el desarrollo de las enfermedades neurodegenerativas (Varesi *et al.*, 2022). Sin embargo, aún no se conoce con exactitud qué relación existe entre la microbiota intestinal y el curso de las enfermedades priónicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio, se ha analizado la microbiota de muestras de heces de 10 ovejas infectadas con scrapie clásico y 10 ovejas control mediante la secuenciación de la región hipervariable V4 del gen del ARN ribosómico 16S procariótico (rRNA 16S). Tras la recogida de muestras y posterior extracción de DNA, se llevó a cabo la secuenciación utilizando la plataforma MiSeq de Illumina. Se analizó la diversidad alfa calculando los índices de especies observadas, Shannon, Simpson y Chao1, y la diversidad beta mediante un análisis NMDS y un análisis de similitud (Anosim), y se identificaron taxones con diferencias significativas entre grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Firmicutes y *Bacteroidetes* fueron los filos más prevalentes en ambos grupos de estudio, coincidiendo estos resultados con los de otros estudios previos en enfermedades neurodegenerativas (Heravi *et al.*, 2023). No se encontraron diferencias significativas en la diversidad alfa, pero la diversidad beta de las ovejas con scrapie fue significativamente menor en comparación con el grupo control ($p = 0,011$), lo que también se ha observado en otras enfermedades priónicas y similares a priones (Chen *et al.*, 2022; Didier *et al.*, 2024). Además, se observó un aumento significativo de los filos *Cyanobacteria* ($q = 0,03$) y *Lentisphaerae* ($q = 0,1$) en las ovejas con scrapie, pudiendo tener estos microorganismos un posible papel en el desarrollo de la enfermedad (Moreira *et al.*, 2013; Nunes-Costa *et al.*, 2020; Ning *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

Nuestros resultados abren nuevas líneas de investigación para avanzar en el conocimiento de la patología de scrapie, mostrando una alteración de la microbiota intestinal en ovejas infectadas con scrapie clásico, con un aumento específico de dos filos que podrían estar implicados en la patogénesis de la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Johnson, R.T. 2005. Lancet. Neurol. 4: 635-642. • Jeffrey, M., González, L. 2007. Neuropathol. Appl. Neurobiol. 33: 373-394. • Varesi, A. *et al.* 2022. Int. J. Mol. Sci. 23. • Heravi, F.S. *et al.* 2023. Nutrients 15. • Chen, L. *et al.* 2022. Front. Cell. Infect. Microbiol. 12. • Didier, A. *et al.* 2024. Microbiol. Spectr. 12. • Moreira, C. *et al.* 2013. Mar. Drugs 11: 4350-4369. • Nunes-Costa, D. *et al.* 2020. Front. Aging Neurosci. 12. • Ning, J. *et al.* 2022. J. Alzheimers. Dis. 87: 211-222.

Agradecimientos: LEIs del IA2 "One Health" y "Microbiota gastrointestinal en nutrición y salud", Grupos de investigación del Gobierno de Aragón A19_20R y A20_23R, Programa INVESTIGO-100-76 y REZGEN-IBA – Red iberoamericana sobre los recursos zoogenómicos y su resiliencia.

INCIDENCIA DE MAMITIS SUBCLÍNICA EN OVINO AL INICIO DE LACTACIÓN

Yang, Z., Cousirat, B., Such, X., Salama, A.A.K. y Manuelian*, C.L.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona

*carmen.manuelian@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La mastitis subclínica puede afectar a la calidad de la leche, el bienestar de las ovejas y sus crías, y causar pérdidas económicas significativas. En ovejas, suele estar causada por bacterias Gram-positivas, principalmente *Staphylococcus* y *Streptococcus* spp (Rosa *et al.*, 2022). No hay consenso claro sobre el umbral del recuento de células somáticas (RCS) para detectar mastitis subclínica en ovejas, con valores reportados desde hace décadas que varían entre 250×10^3 y 500×10^3 (Paape *et al.*, 2001). El objetivo del presente estudio fue evaluar la incidencia y el impacto de mastitis subclínica en ovino en la calidad de la leche e identificar los principales patógenos causantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de leche por medias ubres de 83 ovejas Lacaune en la 6ª semana de lactación. Para el análisis bacteriológico, las muestras se recolectaron asépticamente en botes estériles (50 mL) que se mantuvieron refrigerados hasta su siembra en agar sangre e incubación a 37°C durante 36 h. Adicionalmente, se recogieron muestras para el análisis de la calidad de la leche (grasa, proteína, lactosa, y RCS). Las placas se examinaron a las 18 y 36 h post-siembra. Se consideró una siembra contaminada si visualmente se identificaron >2 tipos distintos de colonias. La siembra positiva (>5 colonias) y no contaminada se envió a identificar mediante MALDI-TOF al laboratorio GSP (Lleida). Las diferencias en la calidad de la leche entre medias ubres infectadas (INF) y sanas (SAN) se valoraron con una T-student de medidas independientes por SAS v9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) después de asegurar la normalidad de los datos y la transformación logarítmica del RCS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 41% de las ovejas presentó mastitis subclínica (5% bilateral y 36% unilateral). Ninguna oveja tuvo mastitis clínica. La composición de la leche fue similar entre INF (grasa, $5,33 \pm 0,26\%$; proteína, $5,22 \pm 0,06\%$; lactosa, $4,82 \pm 0,07\%$) y SAN (grasa, $4,83 \pm 0,14\%$; proteína, $5,23 \pm 0,04\%$; lactosa, $4,95 \pm 0,03\%$). El RCS fue mayor en INF ($5,68 \pm 0,13$) que en SAN ($5,24 \pm 0,06$; $P < 0,05$). Estos resultados están en línea con Lysitsas *et al.* (2024), quienes consideraron mastitis subclínica en ovejas Lacaune con un RCS > 5,7 o bien entre 5,4 y 5,7 si el porcentaje de leucocitos polimorfonucleares y linfocitos era $\geq 75\%$. Por otro lado, Rosa *et al.* (2022) indicaron un límite de 5,48 para el diagnóstico de mastitis subclínica en Manchega. Se identificaron 61 aislados bacterianos, de los cuales el 36% eran estafilococos coagulasa negativos (CNS) y el 39% eran *Corynebacterium* spp. (*C. stationis*, n = 16; *C. Efficiens*, n = 4). Cuatro muestras tenían colonias no identificables por MALDI-TOF. La mayoría de muestras positivas contenían un patógeno (74%; n = 28) y casi un cuarto tenían dos patógenos (24%; n = 9). Una sola muestra tuvo 3 patógenos. En el caso de CNS se detectaron: *Staphylococcus* sp. (n = 7), *S. simulans* (n = 5), *S. chromogenes* (n = 5), *S. xylosum* (n = 2), *S. ureilyticus*, *S. auricularis*, *S. microti* y *S. arlettae* (n = 1). Otros causantes fueron: *Escherichia coli*, *Bacillus pumilus* (n = 2) y *Brevibacterium senegalense* (n = 1). También se obtuvo un aislado del hongo *Candida parapsilosis*. Estos resultados están en línea con resultados previos en que se describen CNS como principal causante de la mastitis subclínica en ovejas seguido de *Corynebacterium* sp. (Vasileiou *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

La incidencia de mastitis subclínica en ovejas Lacaune a principio de lactación era del 40%, siendo la mayoría unilateral. Se confirma que los principales agentes causantes son CNS y *Corynebacterium* sp. La mastitis subclínica no altera la composición de la leche, pero incrementa el RCS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lysitsas, M., Botsoglou, G., Dimitriadis, D., Termatzidou, S., Kazana, P., Tsoumakas, G., Tsokaba, C. N., Malissiova, E., Spyrou, V. Billinis, C., Valiakos, G. 2024. Vet. Sci. 11: 676.
- Paape, M.J., Poutrel, B., Contreras, A., Marco, J.C., Capuco, A.V. 2001. J. Dairy Sci. 84 (E.Suppl.): E237-E244.
- Rosa, N. M., Penati, M., Fusar-Poli, S., Addis, M.F., Tola, S. 2022. Vet. Res. 53: 84.
- Vasileiou, N.G.C., Cripps, P.J., Ioannidi, K.S., Chatzopoulos, D.C., Gougoulis, D.A., Sarrou, S., Orfanou, D.C., Polotis, A.P., Calvo Gonzalez-Valerio, T., Argyros, S., Mavrogianni, V.S., Petinaki, E., Fthenakis, G.C. 2018. J. Dairy Sci. 101: 7297-7310.

Removed article

This article was not presented at the Congress

Artículo eliminado

Este artículo no fue presentado en las Jornadas

USO DEL CLORURO DE LITIO PARA EL CONTROL POR VÍA SISTÉMICA DE VARROOSIS EN ABEJAS EN CONDICIONES DE CAMPO ESPAÑOLAS

Caja^{1,3*}, G., Elhadi^{1,3}, A., Blanch³, J., Sancho^{2,3}, G., Albanell^{1,3}, E., Piedrafita^{1,3}, J. y Salama^{1,3}, A.A.K.

¹Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R), Ciencia Animal y de los Alimentos;

²Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF-UAB);

³Grupo UABee, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra (Barcelona)

*gerardo.caja@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La varroa (*Varroa destructor*) es un ácaro parásito de las abejas de la miel (*Apis mellifera*) que es difícil de eliminar por reproducirse en celdas operculadas. Se considera una grave amenaza para todo tipo de abejas por los virus que transmite. Ziegelmann *et al.* (2018) descubrieron, de forma fortuita y sorprendente, que las sales de litio (Li) producen toxicidad sistémica en varroa. Este efecto ha sido confirmado en colmenas de laboratorio (cerradas) y de campo (abiertas) por Sevin *et al.* (2022) y Rein *et al.* (2024a), entre otros. En 2021, el grupo UABee diseñó un tratamiento de aplicación sencilla (1,08 g LiCl/kg jarabe de sacarosa-agua destilada al 50%) y corta duración (1 semana, 2 kg/colmena) para su utilización en condiciones de campo españolas. Los primeros resultados obtenidos se avanzaron en el Xº Congreso Nacional de Apicultura (Caja *et al.*, 2022). Aquí se presentan los efectos a largo plazo de tratamientos repetidos con LiCl durante 4 años y su eficiencia respecto a un acaricida de referencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

De acuerdo con lo indicado por Caja *et al.* (2022), se realizaron 6 tratamientos pautados en épocas de poca cría (dic-21, oct-22, ene-23, dic-23, sep-24, dic-24) y lejos de las cosechas de miel (mayo y julio), en un total de 50 colmenas Dadant del apiario periurbano de UABee (Bellaterra, Barcelona) poblado con abeja ibérica (*A. m. iberiensis*). Su eficacia acaricida se comparó usando amitraz como método positivo de control (2 tiras en 8 semanas; Apivar, Veto-Pharma), en aplicaciones alternas (dic-21 y dic-23) para evitar residuos en la cera. Antes y después de cada tratamiento se hicieron recuentos de varroa forética en todas las colmenas por el método del alcohol-agua (100-300 abejas, según vitalidad de las colmenas). El contenido en Li de muestras (0,2 g) de pan de abeja, miel no operculada, larvas y cuerpos de abeja (60 d postratamiento), así como de miel cosechada en primavera y verano (130 y 190 d postratamiento) y de miel multifloral de otros apicultores, se analizó en el Servei d'Anàlisi Química de la UAB. Para ello se utilizó ICP-MS (Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente; 7900 Agilent), previa digestión ácida (2 mL de HNO₃ y volumen final de 10 mL con agua destilada) en horno microondas (UltraWave) a 200 °C y 100 bar, de forma similar a lo descrito por Rein *et al.* (2024a). El análisis estadístico se realizó mediante SAS v.9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación directa mostró efectos acaricidas similares con ambos métodos (Amitraz, 90,4 ± 7,1%; LiCl, 91,4 ± 4,8%; $P > 0,05$), para prevalencias altas de varroa (9,1-26,6%). En conjunto, el LiCl mostró una eficiencia media del 95,1 ± 1,8% (49,8-100%), para prevalencias entre 2,9-21,1%. No se observó resistencia al Li en los años transcurridos, así como tampoco disminución de eficiencia en condiciones invernales o de verano. No se detectó mortalidad de larvas o de abejas adultas delante de la piquera en las semanas postratamiento y rechazo a dosis altas. Los valores de Li fueron elevados en abejas, pero reducidos en mieles (<25 mg/kg) y semejantes a muestras artesanales analizadas o respecto a otros alimentos y referencias (Iordache *et al.*, 2024; Rein *et al.*, 2024b). En ningún caso se observaron valores de riesgo de toxicidad para humanos (1 g/d para 70 kg; Aral y Vecchio-Sadus, 2008).

CONCLUSIÓN

Se propone el uso de sales de Li para el control de varroosis en condiciones españolas, recomendando la aplicación de 2 tratamientos anuales cortos (1 semana) próximos a los solsticios de invierno y verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aral, H. y Vecchio-Sadus, A. 2008. Ecotox. Environ. Safety 70: 349-356.
- Caja, G., Blanch, J., Elhadi, A., Albanell, E. 2022. Libro Resúmenes X Congr. Nacional Apicultura, 10-12 febrero, 22-23.
- Iordache, A.M., Voica, C., Roba, C., Nechita, C. 2024. Foods 13: 592.
- Rein, C., Blumenschein, M., Traynor, K., Rosenkranz, P. 2024a. Parasitol. Res. 123: 67.
- Rein, C., Grünke, M., Traynor, K., Rosenkranz, P. 2024b. Pest Manag. Sci. 80: 5799-5808.
- Sevin, S. *et al.* 2022. Pest Manag. Sci. 78: 4507-4516.
- Ziegelman, B., Abele, E., Hannus, S., Beitzinger, M., Berg, S., Rosenkranz, P. 2018. Sci. Rep. 8: 683.

Agradecimientos: Granja San Francisco y Apiglass.

DESCONTAMINACIÓN TÉRMICA DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

Marco Lorente*, P.A., Sola, D., Larrañaga, N., López, F., Badiola, J.J., Moreno, B., Bolea, R. y Otero, A.

Centro de Encefalopatías y Enfermedades Transmisibles Emergentes,
Universidad de Zaragoza, C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza, España

*p.marco@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El scrapie es una enfermedad priónica o encefalopatía espongiiforme transmisible (EET) natural de cabras y ovejas. Se trata, por tanto, de un trastorno neurodegenerativo crónico y letal del sistema nervioso central (SNC) causado por priones; un agente infeccioso que se caracteriza por su capacidad autorreplicativa e infectiva y su gran resistencia a la degradación (Naslavsky *et al.*, 1997; Prusiner, 1998). Hasta la fecha, no existe un método de descontaminación de priones plenamente eficaz, lo cual complica el control y prevención de este tipo de enfermedades, así como el aprovechamiento y reutilización de materiales de gran potencial económico, como los SANDACH (subproductos animales no destinados al consumo humano), sin representar un riesgo para la salud humana, animal y medioambiental. De hecho, hasta el día de hoy hay pocos estudios sobre la eficacia de diferentes procesos de descontaminación en estos materiales para su posterior reutilización. Por ello, este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de diferentes tratamientos de descontaminación térmica mediante autoclavado, aplicando distintos tiempos y temperaturas con el fin de optimizar el aprovechamiento de subproductos de origen animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

En primer lugar, se evaluó la eficacia de distintos tratamientos de descontaminación a diferentes temperaturas (120- 40 °C) y tiempos (1 a 4 h) sobre homogeneizados de encéfalos de ovejas y ratones transgénicos Tg338 (expresan 8-10 veces la PrPc ovina VRQ/VRQ) (Laude *et al.*, 2002) infectados con scrapie. Dichos tratamientos se realizaron en un biorreactor con agitación a velocidad constante y los resultados se analizaron mediante PMCA (Protein Misfolding Cyclic Amplification), combinada con Dot Blot y Western Blot, y mediante Bioensayo en ratones transgénicos Tg338. Posteriormente, en base a los resultados, se eligió el tratamiento más eficaz y se aplicó en harinas de carne y hueso Tipo III (contaminadas previamente con homogeneizados de encéfalo ovino y murino) y Tipo I (sin alterar) para confirmar su eficacia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el tratamiento a 120 °C no se observaron signos claros de descontaminación en ninguna de las muestras tratadas (tanto de origen murino como ovino), en comparación con las muestras no tratadas. Sin embargo, empezaron a observarse resultados favorables de descontaminación tras 2 a 3 horas de tratamiento a 130 °C, logrando una descontaminación casi total de los priones de origen murino tras 1 hora a 133 °C. No obstante, los priones ovinos mostraron una mayor persistencia, requiriendo temperaturas más elevadas. En base a estos resultados, se seleccionaron las temperaturas y tiempo que reportaron mejores resultados y se aplicaron a harinas de carne y hueso de tipo III (previamente contaminadas) y tipo I, corroborando su eficacia.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados de los bioensayos, los tratamientos térmicos realizados han logrado una descontaminación segura y eficaz de los priones, impidiendo que los animales adquieran la patología. En consecuencia, la aplicación de dichos tratamientos podría permitir el reaprovechamiento de SANDACH sin que ello suponga un riesgo para humanos y animales. No obstante, se requiere la realización de más estudios para comprobar cómo estos tratamientos afectan a las propiedades químicas y nutricionales de estos productos y, por tanto, si realmente es posible su reutilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Laude, H., Vilette, D., Le Dur, A., Archer, F., Soulier, S., Besnard, N., Essalmani, R., Vilotte, J.L., 2002. *Comptes Rendus. Biol.* 325: 49-57.
- Naslavsky, N., Stein, R., Yanai, A., Friedlander, G., Taraboulos, A., 1997. *J. Biol. Chem.* 272: 6324-6331.
- Prusiner, S.B., 1998. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95: 13363-13383.

Agradecimientos: Los autores desean dar las gracias a Sandra Felices, Catarina Martinho y Daniel Romanos por su asistencia técnica.

ANÁLISIS DEL PERFIL MICROBIANO EN UNA GRANJA PORCINA

Aranguren-Rivas^{1*}, P., Pérez-Díaz² J.L., del Álamo², C., Peiró³, S., Alcamí⁴, A.,
Vázquez-Calvo⁴, A., Calvo⁵, L., Morales⁶, P., Jiménez⁵, B., Óvilo¹, C. y Muñoz¹, M.

¹Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC);

²Universidad de Alcalá; ³Counterfog S.L.; ⁴Centro de Biología Molecular Severo Ochoa;

⁵Industrias Cárnicas Lorient Piqueras, S. A. (Incarlopsa); ⁶ICPOR

*paula.aranguren@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El ganado porcino es un potencial reservorio para muchos patógenos que podrían ser transmitidos a los humanos (Kraemer *et al.*, 2018). En diferentes estudios de granjas se han analizado los aerosoles, donde principalmente se han aislado bacterias (Cormier *et al.*, 1990) y se ha observado que la exposición a éstos podría estar relacionada con varias patologías en humanos (Xu *et al.*, 2022). Por ello, el fin de este trabajo es analizar la composición bacteriana del aire en las diferentes salas de una granja porcina y estimar el origen de estas bacterias.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio se analizó el ADNr 16S bacteriano de 62 muestras recogidas en 3 salas (maternidad, cubricontrol y destete) de una granja porcina. Se recogieron 50 muestras de animales (30 cerdas y 20 lechones) de las cuales 25 fueron muestras de heces y 25 de piel, 6 muestras fueron de aire, 3 de superficies y 3 de agua. Las secuencias se procesaron con la herramienta Quiime2 y seguidamente se identificaron con el clasificador Greengenes2. Los análisis estadísticos se realizaron en Rstudio con el paquete Phyloseq.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de alfa diversidad de los tipos de muestras y las salas de muestreo, donde el índice de Shannon fue significativo ($p=0,041$ y $p=0,045$, respectivamente). Se realizó la clasificación taxonómica para observar la variación de la composición bacteriana entre las diferentes salas, observando que los taxones más abundantes del conjunto de las muestras son diferentes entre las 3 salas. Debido a esto, se observó que las muestras de aire recogidas en la misma sala están predominantemente compuestas por bacterias presentes en la piel de los cerdos, y en menor medida por bacterias que se encuentran en las muestras de heces, así como en las muestras ambientales.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos podrían sugerir que la composición taxonómica del aire podría ser utilizada para identificar las bacterias presentes en las salas de las granjas y así identificar posibles patógenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cormier, Y. *et al.* 1990. Airborne microbial contents in two types of swine confinement buildings in Quebec. American Industrial Hygiene Association Journal 51(6): 304-309. doi:10.1080/15298669091369709.
- Kraemer, J.G. *et al.* 2018. Influence of pig farming on the human nasal microbiota: Key role of Airborne Microbial Communities. Applied and Environmental Microbiology 84(6). doi:10.1128/aem.02470-17.
- Xu, X. *et al.* 2022. Airborne bacterial communities in the poultry farm and their relevance with environmental factors and antibiotic resistance genes, Science of The Total Environment 846: 157420. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.157420.

Agradecimientos: Funded by the European Union's Horizon Europe Research and Innovation. Programme under Grant Agreement n. 101084097. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union can be held responsible for them.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UN NUEVO PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LECHONES EN TRANSICIÓN

Andrés^{1*}, R., Rodríguez¹, M., Mansilla², A., Rodríguez², E. y Morales¹, J.

¹Animal Data Analytics, S.L. C/ Dámaso Alonso, 14, 40006, Segovia, España;

²CID Lines, an Ecolab Company, Ieper, Belgium

*raquel.andres@ada-animaldata.com

INTRODUCCIÓN

La implementación de programas sanitarios y de bioseguridad en las granjas es fundamental para prevenir enfermedades, donde, además, la higiene juega un papel esencial. Deficiencias en los protocolos de limpieza y desinfección pueden tener consecuencias muy negativas en la salud de los animales (Kemper, 2023). El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de un nuevo protocolo de limpieza y desinfección en las instalaciones de lechones en transición.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cuatro granjas comerciales donde participaron un total de 24.814 lechones destetados pertenecientes a 32 lotes de la misma edad (28 días). Se aplicaron diferentes protocolos de limpieza y desinfección correspondientes a dos tratamientos experimentales:

Control: limpieza y desinfección habitual de cada explotación.

Nuevo Protocolo (NP): nuevo programa de limpieza y desinfección, y un tratamiento del agua de bebida. El NP incluye el uso de un jabón penetrante y adhesivo que permite desincrustar la suciedad reduciendo el tiempo de acción (*Keno san*), un concentrado basado en un amonio cuaternario, glutaraldehído e isopropanol (*Virocid*®) y un producto con actividad desinfectante capaz de higienizar y optimizar la acidez del agua de bebida (*CID 2000*), propuesto por CID Lines Bélgica.

Los lechones se monitorizaron desde el destete (28 días de edad) hasta el final de la fase de transición (5 semanas). Se trató de un estudio lineal, es decir, en cada granja, se siguieron dos lotes de animales Control y tras la formación de los trabajadores de la granja sobre el nuevo programa, se evaluaron seis lotes NP. En cada uno de ellos se registraron diariamente la incidencia de patologías (mortalidad e intervenciones antibióticas), así como su causa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, el porcentaje de lechones que necesitaron tratamiento antibiótico se redujo de un 6,40% a un 4,07% ($P<0,05$). Las principales causas de intervención antibiótica fueron problemas respiratorios y cojeras, y en ambos casos se redujeron en torno a un 60% tras la aplicación del NP (1,67 vs. 0,66% y 2,47 vs. 1,01%, respectivamente; $P<0,05$). La medicación aplicada para tratar la meningitis se redujo en un 40% con el nuevo programa (1,19 vs. 0,72%; $P<0,05$). Cabe destacar que la incidencia de problemas digestivos fue mayor en el grupo NP que en el grupo control ($P<0,05$), sin embargo, al tratarse de un estudio antes-después probablemente fuera debido a un brote puntual.

En términos de mortalidad, ésta se redujo de un 6,45% a un 5,39% ($P<0,05$) tras la aplicación del NP de limpieza y desinfección. Las principales causas de mortalidad fueron los problemas de cojeras, que se vieron reducidos casi a la mitad tras la aplicación del NP (0,72 vs. 0,38%, $P<0,05$). La segunda causa mayoritaria de muertes fue la meningitis, que también se vio reducida tras la aplicación del NP con respecto al grupo Control (de 1,48% a 0,86%, $P<0,05$).

CONCLUSIÓN

La aplicación de un nuevo programa de limpieza y desinfección no solo supuso la reducción del uso de antibiótico administrado a los lechones durante la fase de transición, sino que también redujo la mortalidad de los animales principalmente debido al descenso de incidencia de cojeras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kemper, N. 2023. Animal Hygiene on Farms-More Important than Ever Before. *Agriculture* 13(8): Article 8.

Agradecimientos: Se agradece la participación del personal de las cuatro granjas incluidas en el estudio.

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE *E. COLI* DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN

Lahoz¹, B., Jiménez de Bagüés¹, M.P., Juan¹, T., Calvete¹, C., Andrés-Barranco¹, S., Gonzalez², J.M., Mainar-Jaime², R.C., Calvo¹, J.H. y Marín^{1*}, C.M.

¹Dpto. Ciencia Animal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza; ²Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, C/ Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza
*cmarin@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado que la resistencia a los antimicrobianos (RAM) es una de las 10 principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la Humanidad. En la Unión Europea se realiza la vigilancia de la RAM en animales destinados a la producción de alimentos (Decisión de Ejecución 2020/1729/UE), aplicándose la Directiva 2003/99/CE sobre vigilancia de zoonosis y agentes zoonóticos. Por ello, se monitoriza la RAM a un conjunto de antimicrobianos seleccionados en función de su relevancia para el uso terapéutico humano y/o su relevancia epidemiológica en 4 géneros de bacterias zoonóticas digestivas (*E. coli*, *Salmonella* spp., *E. faecalis* y *E. faecium*, y *C. coli* y *C. jejuni*). El objetivo de este trabajo fue determinar la RAM en cepas de *E. coli* aisladas en las explotaciones ovinas y porcinas en Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de 2 cebaderos de ovino y de 2 granjas de cerdas reproductoras en las cuatro estaciones del año, así como de 32 cebaderos de porcino pertenecientes a 4 integradoras distintas durante el otoño. En cada cebadero se tomaron 10 muestras fecales (pooles) de los lotes de animales. En las granjas de cerdas reproductoras se recogieron 10 muestras de cada una de las fases de cría (cuarentena, maternidad y transición), así como 2 muestras de sus estiércoles o balsas de purines. El aislamiento de *E. coli* se realizó en Agar MacConkey a 37°C durante 24 horas, mientras que la identificación de los aislados se llevó a cabo mediante pruebas bioquímicas y PCR (Candrian *et al.*, 1991). La determinación de la RAM se llevó a cabo según la ISO 20776-1:2019, empleando las placas comerciales EUVSEC3 (Sensititre®) con la composición antibiótica que indica la 2020/1729/UE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 697 aislados de *E. coli*, 62 fueron de origen ovino y 635 de origen porcino. Ninguno de los aislados ovinos fueron sensibles a los 15 antimicrobianos analizados, mientras que el 4,7% de los aislados porcinos sí lo fueron. Las RAM detectadas en más del 50,0 % de los aislados fueron, en ovino, a Sulfametoxazol (93,3%) y Trimetoprim (63,3%), mientras que en los aislados porcinos fueron a Sulfametoxazol (86,5%), Ampicilina (83,8%), Trimetoprim (62,2%) y Tetraciclinas (59,5%). El 68,0 % de los aislados de *E. coli* ovinos fueron resistentes a 3 o más grupos de antibióticos siendo el patrón de multirresistencia más encontrado el de "Aminoglucósidos-Sulfamidas-Tetraciclinas-Trimetoprim". En los *E. coli* de origen porcino, el 66,7% de los aislados fueron resistentes a 3 o más grupos de antibióticos, encontrándose multirresistencias de hasta 7 (5,7%) y 8 (1,35%) grupos de antibióticos a la vez, siendo el patrón de multirresistencia (10,6% del total de aislados) más frecuente el de "Betalactámicos-Anfenícoles-Quinolonas-Sulfamidas-Tetraciclinas-Trimetoprim".

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que la vigilancia de la RAM en *E. coli* en cebaderos y explotaciones ovinas y porcinas, no solo es necesaria para apoyar la toma de decisiones sobre el uso de determinados antibióticos asociados a estas producciones, sino que, teniendo en cuenta su carácter zoonótico, podría contribuir significativamente a prevenir posibles problemas de multirresistencia en casos de infecciones por *E. coli* en humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Decisión de Ejecución 2020/1729/UE, DOUE 19.11.2020, L387/8-21. • ISO 7899-2:2000. • Candrian *et al.* 1991. Int. J. Food Microbiol 12: 339-351. • ISO 20776-1:2019.

Agradecimientos: Proyecto I+D+i PPCDEMO AGROALNEXT "Sistemas de producción ganadera en Aragón y resistencias antimicrobianas que afectan a la salud humana"

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE *CAMPYLOBACTER* spp. DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN

Lahoz¹, B., Alcalá¹, B. Jiménez de Bagüés¹, M.P., Juan¹, T., Calvete¹, C., Andrés-Barranco¹, S., González², J.M., Mainar-Jaime², R.C., Calvo¹, J.H. y Marín^{1*}, C.M.

¹Dpto. Ciencia Animal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza;

²Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, C/ Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza

*cmarin@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado la resistencia a los antimicrobianos (RAM) como una de las 10 principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la humanidad. En la Unión Europea se realiza la vigilancia de la RAM en animales destinados a la producción de alimentos (Decisión de Ejecución 2020/1729/UE), aplicándose la Directiva 2003/99/CE sobre vigilancia de zoonosis y agentes zoonóticos. Por ello, se monitorizan las RAM a un conjunto de antimicrobianos seleccionados en función de su relevancia para el uso terapéutico humano y/o su relevancia epidemiológica en varias especies de bacterias zoonóticas (*E. coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*, y *Campylobacter coli* y *Campylobacter jejuni*). Dado que la campilobacteriosis es la primera causa de zoonosis alimentaria, el objetivo de este trabajo fue determinar la RAM en cepas de *Campylobacter* aisladas en explotaciones ovinas y porcinas en Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de 2 granjas de cerdas reproductoras y de 2 cebaderos de ovino en las cuatro estaciones del año, así como de 32 cebaderos de porcino pertenecientes a 4 integradoras distintas durante el otoño. En cada cebadero se tomaron 10 muestras fecales (pooles) de los lotes de animales. En las granjas de cerdas reproductoras se recogieron 10 muestras de cada una de las fases de cría (cuarentena, maternidad y transición). También se recogieron 2 muestras de purines (porcino) y de estiércol (ovino). El aislamiento de *Campylobacter* se realizó siguiendo la norma ISO 10272-1:2006 para la detección y recuento de *Campylobacter* spp., y la identificación de los aislados se llevó a cabo mediante dos PCR de género y de especie (Linton *et al.*, 1997), o por secuenciación del gen ribosomal 16S (Lane, 1991). La determinación de la RAM se realizó según la ISO 20776-1:2019, utilizando las placas comerciales EUVCAMP3 (Sensititre®) con la composición antibiótica indicada en 2020/1729/UE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 210 aislados de *Campylobacter*, 193 fueron de origen porcino y 17 de origen ovino. No se identificó *C. jejuni* ni en porcino ni en ovino. En porcino todos los aislados fueron identificados como *Campylobacter coli*, mientras que en ovino solo fueron de esta especie el 17,6% de los aislados. Las resistencias antibióticas detectadas fueron principalmente a Ciprofloxacino (94% en porcino y 76% en ovino) y a Tetraciclinas (93% en porcino y 76% en ovino). Solo resultaron sensibles a los 6 antimicrobianos testados el 1,8% de los aislados porcinos y el 5,8% de los aislados ovinos. Se observó un alto nivel de multirresistencias, siendo el 91,2% y 76,5% de los aislados porcinos y ovinos, respectivamente, resistentes a 2 o más grupos o familias de antibióticos. El 9,8% de las cepas porcinas y el 29,4% de las cepas ovinas fueron resistentes a los 6 antimicrobianos testados.

CONCLUSIÓN

Sería aconsejable monitorizar la presencia de RAM en *Campylobacter* spp. en explotaciones ovinas y porcinas con el fin de optimizar la gestión sanitaria de las mismas y de prevenir posibles problemas de multirresistencia en casos de campilobacteriosis humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Decisión de Ejecución 2020/1729/UE, DOUE 19.11.2020, L387/8-21. • ISO 10272-1:2006. • Linton *et al.* 1997. J. Clin. Microbiol 35(10): 2568-2572. • Lane. 1991. E. Proc Natl Acad Sci USA 82: 6955-6959. • ISO 20776-1:2019.

Agradecimientos: Proyecto I+D+i PPCDEMO AGROALNEXT "Sistemas de producción ganadera en Aragón y resistencias antimicrobianas que afectan a la salud humana".

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AISLADOS DE ENTEROCOCCUS SPP. DE ORIGEN OVINO Y PORCINO EN ARAGÓN

Lahoz¹, B., Jiménez de Bagüés¹, M.P., Juan¹, T., Calvete¹, C., Andrés-Barranco¹, S., Gonzalez², J.M., Mainar-Jaime², R.C., Calvo¹, J.H. y Marín¹, C.M.

¹Dpto. Ciencia Animal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza;

²Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, C/Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza

*cmarin@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado que la resistencia a los antimicrobianos (RAM) es una de las 10 principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la Humanidad. En la Unión Europea se realiza la vigilancia de la RAM en animales destinados a la producción de alimentos (Decisión de Ejecución 2020/1729/UE), aplicándose la Directiva 2003/99/CE sobre vigilancia de zoonosis y agentes zoonóticos. Por ello, se monitoriza la RAM a un conjunto de antimicrobianos seleccionados en función de su relevancia para el uso terapéutico humano y/o su relevancia epidemiológica en 4 géneros de bacterias zoonóticas digestivas (*E. coli*, *Salmonella* spp., *E. faecalis* y *E. faecium*, y *C. coli* y *C. jejuni*). El objetivo de este trabajo fue determinar la RAM en cepas del género *Enterococcus* aisladas en explotaciones ovinas y porcinas en Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de 2 cebaderos de ovino y de 2 granjas de cerdas reproductoras en las cuatro estaciones del año, así como de 32 cebaderos de porcino pertenecientes a 4 integradoras distintas durante el otoño. En cada cebadero se tomaron 10 muestras fecales (pooles) de los lotes de animales y en las granjas de cerdas reproductoras se recogieron 10 muestras de cada una de las fases de cría (cuarentena, maternidad y transición), así como 2 muestras de sus estiércoles o balsas de purines. El aislamiento de los enterococos se realizó siguiendo la norma ISO 7899-2:2000 para la detección y recuento de enterococos intestinales, mientras que la identificación de los aislados se llevó a cabo mediante PCR multiplex (Jackson *et al.*, 2004) o por secuenciación del 16S (Lane, 1991). La determinación de la RAM se llevó a cabo según la ISO 20776-1:2019, utilizando las placas comerciales EUVENC (Sensititre®) con la composición antibiótica que indica la 2020/1729/UE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 512 aislados de enterococos (48 de origen ovino y 464 de origen porcino) se identificaron 10 especies diferentes (*E. asini*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. hirae*, *E. innesii*, *E. mundtii*, *E. nangangensis*, y *E. thailandicus*). En ovino, las 3 especies mayoritariamente aisladas fueron *E. innesii* (58,0%), *E. faecium* (16,0%) y *E. gallinarum* (16,0%), mientras que en porcino la especie más aislada fue *E. hirae* (47,0%), seguida de *E. faecium* (16,8%) y *E. faecalis* (9,9%). Las RAM detectadas fueron principalmente a los macrólidos (Quinupristina/Dalfopristina: 93,0% en ovino y 99,2% en porcino; Eritromicina: 11,7% en ovino y 57,8% en porcino) y a las Tetraciclinas (20,0% y 78,2% en ovino y porcino, respectivamente). Se encontró un 20% de aislados ovinos resistentes a Glucopéptidos (Vancomicina), todos ellos de la especie *E. innesii*, siendo este porcentaje del 1% en porcino (*E. gallinarum* y *E. faecium*). Respecto a las multirresistencias, el 20,6% de los aislados ovinos y el 51,6% de los porcinos fueron resistentes a 3 o más grupos de antibióticos.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que la vigilancia de la RAM en aislados del género *Enterococcus* de las especies ovina y porcina debería ampliarse a otras especies de enterococos, como *E. hirae* en porcino y *E. innesii* en ovino, ya que también se trata de especies zoonóticas que podrían jugar un papel significativo en la transmisión de la RAM a través de los alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decisión de Ejecución 2020/1729/UE, DOUE 19.11.2020, L387/8-21.
- ISO 7899-2:2000.
- Jackson CR *et al.* 2004. J Clin Microbiol. 42(8): 3558-65.
- Lane. 1991. E. Proc Natl Acad Sci USA 82: 6955-6959.
- ISO 20776-1:2019.

Agradecimientos: Proyecto I+D+i PPCCDEMO AGROALNEXT "Sistemas de producción ganadera en Aragón y resistencias antimicrobianas que afectan a la salud humana"

EFFECTO DE LA CADENA LOGÍSTICA PRE-SACRIFICIO EN CERDOS SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS Y LA CALIDAD DE LA CARNE

Huanca-Marca*, N., Estévez-Moreno, L., María, G., Pastrana-Camacho, A., Miranda-de la Loma, G.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España

*nancyhuanca26@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de cerdo es una actividad económica estratégica en España, donde se sacrifican más de 23 millones de cerdos al año. Esta masificación productiva tiene una serie de impactos en el bienestar de los animales en las etapas de cría y especialmente la cadena logística pre-sacrificio (transporte, operaciones pre-sacrificio y el sacrificio), debido a que los cerdos están expuestos a una serie de estímulos estresantes agudos, que pueden comprometer el bienestar e incluso la calidad de carne. En este contexto, los mataderos son puntos clave para monitorear la salud y bienestar de los cerdos, ya que proporcionan información retrospectiva sobre la calidad de vida durante su crianza y las etapas previas al sacrificio, permitiendo identificar condiciones agudas o crónicas. El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del tiempo de la cadena logística sobre el bienestar de los cerdos finalizados en matadero asegurando la precisión de los análisis sin alterar los procedimientos operativos establecidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron aleatoriamente 137 animales, de una población total de 2,465 cerdos (Large White x Landrace), de 13 explotaciones comerciales de Segovia, Navarra y Aragón. Se analizaron indicadores fisiológicos de estrés (cortisol, glucosa, lactato, creatina quinasa, Pig-Map y proteína C reactiva) y calidad de carne (pH, temperatura lesiones y hematomas de la canal) a los 45 minutos postmortem. Los datos se analizaron con GLM, ajustando un modelo unidireccional con efecto del tiempo total hasta el sacrificio (desde la salida de la granja hasta el sacrificio): Tiempo corto (TS) <3,5 horas; Tiempo medio (TM) entre 3,5 y 5 horas, y Tiempo largo (LT) >5 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo de proceso logística afectó significativamente en los parámetros fisiológicos y en la calidad de carne de cerdos. La concentración de lactato aumentó significativamente en los animales sometidos a logística ST, mientras que la concentración de CK fue mayor en LT ($p<0,01$). Sin embargo, se observó una mayor concentración de glucosa en MT ($p<0,01$). El descenso de pH_{45min} de los animales de ST y LT fue más rápida, sin embargo, la T°C_{45min} y la temperatura del oído fue alta ($p<0,01$) y además se encontró mayor prevalencia de lesiones y hematomas en la canal en LT ($p<0,01$). El manejo pre-sacrificio afectó en la respuesta fisiológica de los cerdos (Sommavilla *et al.*, 2017) y conductuales y en la presencia de lesiones y hematomas. Estas condiciones, a su vez, repercuten directamente en la calidad de la carne (Faucitano, 2018; Huanca-Marca *et al.*, 2024).

CONCLUSIÓN

Los cerdos expuestos a logística de corta y larga duración mostraron una respuesta de estrés agudo, evidenciada por elevaciones en lactato y CK. Los cuales también afectaron en el descenso del pH y la temperatura de la canal a los 45 minutos postmortem, sin embargo, estas se normalizan a las 24 horas. La pérdida de peso de la canal es mayor tras una logística corta. Además, a mayor duración de la cadena logística incrementa la incidencia de lesiones y hematomas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Faucitano, L. 2018. Anim. Sci. J. 96(2): 728-738. • Huanca-Marca *et al.* 2024. Meat Sci. • Somnavilla *et al.* 2017. Animals 7(2): 8.

Agradecimientos: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, a través de las Agrupaciones Empresariales Innovadoras en el marco del Proyecto Opticarn (AEI 2022/2054) por el financiamiento de este estudio y la Beca Iberoamericana del Banco Santander de la Universidad de Zaragoza.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE UN PREBIÓTICO COMPUESTO POR GLICANOS EN LA RESPUESTA AL ESTRÉS Y COMPORTAMIENTO DE CERDOS DE ENGORDE

Huenul¹*, E., Solà-Oriol¹, D., Pérez-Calvo², E., Ren², W., Pérez¹, J.F. y Martin-Orúe¹, S.M.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNIBA). Universitat Autònoma de Barcelona;

²dsm-firmenich, Kaiseraugst (Suiza)

*elizabeth.huenul@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción intensiva, los cerdos experimentan situaciones que incrementan el estrés en los animales, lo que a su vez puede causar el aumento de conductas agresivas, cuyo impacto económico es altamente relevante. Recientemente se ha explorado el eje microbiota-intestino-cerebro a través de la nutrición y su influencia en el comportamiento de los cerdos (Kobek-Kjeldager *et al.*, 2022). Un nuevo prebiótico compuesto por glicanos ha sido seleccionado *in vitro* para modular la función de la microbiota intestinal promoviendo la resistencia al estrés (Wen *et al.*, 2024). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación del prebiótico como estrategia alimentaria para contrarrestar los efectos negativos del estrés en cerdos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en granja comercial con 600 cerdos de engorde, mitad machos (20,1 ± 2,89 kg) y hembras (17,4 ± 3,51 kg). Inicialmente se distribuyeron por bloque de sexo en 28 corrales, que se asignaron aleatoriamente a una dieta control (Grupo Control: GC) o suplementada con el prebiótico compuesto de glicanos (500 mg/kg) (Grupo Tratamiento: GT). La suplementación se llevó a cabo durante todo el ciclo de engorde dividido en tres fases experimentales. Con el fin de evaluar la eficacia del aditivo, los animales fueron sometidos a dos desafíos. El primero consistió en reagrupar los animales a día 28 en 36 corrales (15 cerdos/corral), manteniendo los tratamientos experimentales. El segundo consistió en una alta densidad de población que se logró al final de la fase 2 (137 kg/m² el día 98) y a lo largo de la fase 3 (151 kg/m² el día 124). Se realizaron diferentes controles productivos, mediciones de cortisol y cromogranina A en saliva, así como el registro de las lesiones y el comportamiento de los animales (muestreo por escaneo) a lo largo de las diferentes fases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron cambios en los parámetros productivos, pero sí en la respuesta fisiológica al estrés con la suplementación. En ese sentido, los cerdos del GT mostraron menores concentraciones de cortisol en saliva al final de la fase 1 (1,8 vs. 2,4 pg/mL; $p = 0,045$) y al final del ciclo de engorde (3,6 vs. 5,2 pg/mL; $p = 0,007$). Igualmente se observó una reducción en la cromogranina A al final del ciclo (350 vs. 475 ng/mL; $p = 0,032$). Por otro lado, tras el estrés social asociado a la reagrupación a día 28, se observó un aumento significativo en el porcentaje de animales sin lesiones en el área delantera en el GT (11,6 % vs. 6,3 %; $p = 0,036$), así como una reducción significativa en sus conductas sociales negativas (2,2 vs. 2,9 %; $p = 0,052$), junto con un incremento en las positivas (1,8 vs. 1,0%; $p = 0,002$). En relación con el potencial del aditivo para reducir el estrés asociado a la densidad de población, durante la fase 2 se registraron menores lesiones en las áreas delantera (índice S_p : 82,1 vs. 71,3; $p = 0,046$) y media (90,2 vs. 80,2; $p = 0,048$) y un mayor porcentaje de animales sin lesiones (69,4 vs. 54,8 %; $p = 0,014$ área delantera y 88,4 vs. 74,4 %; $p = 0,003$ área posterior) en el GT. También se observó una disminución en las conductas sociales negativas (0,3 vs. 0,5 %; $p = 0,003$) y un aumento en las positivas (0,9 vs. 0,5 %; $p = 0,005$). Consistentemente, en la fase 3, se observó también una disminución en las conductas negativas (0,12 vs. 0,33 %; $p = 0,00$) y un aumento en las positivas (0,22 vs. 0,07 %; $p = 0,003$), así como una interacción tratamiento x sexo, mostrando los machos GT un mayor % de individuos sin lesiones en el área delantera (74,4 vs. 52,6 %; $p = 0,005$).

CONCLUSIÓN

La suplementación del prebiótico compuesto por glicanos en cerdos de engorde, reduce los comportamientos agonistas y regula la respuesta al estrés, particularmente en las etapas finales del ciclo productivo. Por lo que podría utilizarse como estrategia nutricional para contrarrestar los efectos negativos del estrés en cerdos de engorde, con implicaciones positivas para el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Kobek-Kjeldager, C. *et al.* 2022. Appl. Anim. Behav. Sci. 246: 105514. • Wen, R. *et al.* 2024. Abstract ESPHM 2024.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL DURANTE LA GESTACIÓN SOBRE LA VIDA REPRODUCTIVA DE CERDAS IBÉRICAS NACIDAS DE MADRES PRIMÍPARAS

García-Casco^{1,2*}, J.M., Palma-Granados², P., Ramírez Hidalgo³, L., Olivares⁴, A., Sánchez-Esquiliche³, F. y Muñoz², M.

¹Centro de I+D en Cerdo Ibérico, INIA-CSIC, 06300 Zafra, Badajoz; ²Dpto. Mejora Genética Animal, INIA-CSIC, Ctra. A6, km 7.5, 28040 Madrid; ³Sánchez Romero Carvajal SA, 21290 Jabugo, Huelva; ⁴Facultad de Veterinaria, UCM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid
*garcia.juan@inia.csic.es

INTRODUCCIÓN

El incremento gradual de la temperatura en el planeta tiene una influencia negativa sobre la ganadería, siendo cada vez motivo de mayor preocupación. En el cerdo Ibérico, aunque es una raza adaptada a las condiciones climáticas extremas del verano del suroeste español, esta incidencia está siendo también objeto de estudio. De hecho, se ha comprobado una menor tasa de partos y mayor intervalo destete-cubrición en cerdas Ibéricas cuyo parto tuvo lugar en la época del año más calurosa (Muñoz *et al.*, 2024). Por otro lado, las cerdas nacidas de madres primíparas expuestas a elevadas temperaturas durante su gestación, parece que sufren en mayor medida estos efectos perniciosos del estrés por calor (Lucy y Safranski, 2017). Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido comprobar si este incremento de la temperatura durante la gestación afecta a la vida reproductiva de cerdas Ibéricas nacidas en el primer parto de sus madres.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de la base de datos de las producciones de cría de la empresa Sánchez Romero Carvajal (SRC) en la finca Monte Castilla (La Granada de Riotinto, Huelva), se han analizado las 2.313 camadas nacidas de 449 cerdas cuyas 290 madres fueron primerizas. Los caracteres analizados fueron: el número de lechones nacidos vivos (NV), el intervalo entre partos (IEP) y el peso de la camada al nacimiento (PC_0). Para el estudio del efecto de la temperatura en gestación de la cerda, se dividió este periodo en ocho tramos de dos semanas ($G_{14'}$, $G_{28'}$, $G_{42'}$, $G_{56'}$, $G_{70'}$, $G_{84'}$, $G_{98'}$ y hasta el día de parto, G_{pp}), la temperatura (T^a) media de los 14 días de cada periodo. Además, se realizó este cálculo para T^a máxima, media y mínima diaria, tomadas de la estación meteorológica más cercana a la explotación (El Campillo, Huelva). En el modelo de análisis se incluyó como efectos fijos el tipo de verraco (Ibérico o Duroc) y el orden de parto (de 1 a >6) y como efecto aleatorio la cerda (449 niveles). El posible efecto de las tres T^a se estudió con dos modelos, bien incluyendo la T^a como una covariable (Modelo 1) o bien como un efecto fijo (Modelo 2), agrupando en este caso las observaciones en cuatro categorías (*Frío*, *Fresco*, *Cálido* y *Calor*). Para los análisis se utilizó el procedimiento MIXED de SAS® (SAS Institute Inc., 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la temperatura de gestación de las madres primíparas apenas tuvo incidencia sobre NV y PC_0 de sus hijas, siendo el efecto de T^a sobre los tres caracteres no significativo en los análisis con el Modelo 1, y apenas con cierta influencia durante G_{14} para NV y muy ligera durante G_{28} para PC_0 con el Modelo 2. En ambos casos, las medias mínimo cuadráticas estimadas para la categoría *Calor* nunca fueron las que presentaron los valores más bajos. Sólo para IEP se encontraron resultados claramente significativos con el Modelo 2 en los tramos de gestación G_{56} y G_{70} , apuntando las medias estimadas en ambos casos a intervalos más cortos en las temperaturas *Cálidas*.

CONCLUSIÓN

La temperatura soportada por cerdas Ibéricas primíparas en su gestación tiene poca influencia en la vida reproductiva posterior de las hijas nacidas de ese parto, excepto un ligero mayor intervalo entre partos con las temperaturas más extremas (mayor frío y mayor calor). El posible adelantamiento del parto con extremas puede ser una de las posibles razones, pero debe ser comprobado, así como su posible incidencia en términos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Muñoz, M. *et al.* 2024. XXI Reunión Nacional de Mejora Genética, Cartagena. • Lucy, M.C. y Safranski, T.J. 2017. Molecular Reproduction and Development 84(9): 946-956.

Agradecimientos: Ayuda PID2022-139367OB-C21 financiada por MICIU/AEI/ 10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

SUPLEMENTACIÓN CON EXTRACTOS DE PLANTAS EN TERNEROS DE ENGORDE: EFICIENCIA, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE

Llonch^{1*}, L., Martí¹, S. Barbosa², F., Dolz², S. y Devant¹, M.

¹IRTA-Producción de Rumiantes, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Cataluña, España;

²Grupo PH-Albio, 08253, Sant Salvador de Guardiola, Cataluña, España

*lourdes.llonch@irta.cat

INTRODUCCIÓN

En nuestro sistema productivo, los terneros de engorde se sacrifican a los 12-14 meses de edad y las conductas agresivas y sexuales se inician a los 6-8 meses de edad (Sánchez *et al.*, 2022). Dichas conductas suponen un riesgo para la seguridad del personal de granja que maneja estos animales, y pueden perjudicar la productividad y salud de los animales, la calidad de la canal (decomisos por daños causados por agresiones o montas) y de la carne (DFD, duras y secas, debido al pH elevado de las canales por elevada actividad o estrés antes del sacrificio). Existen diferentes aditivos, concretamente extractos de plantas, que reducen las conductas agresivas y sexuales en terneros sin castrar en condiciones comerciales (Paniagua *et al.*, 2019). Así que, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de una mezcla de extractos de plantas como valeriana y passiflora entre otros, en el pienso de engorde en terneros machos enteros, sobre la eficiencia, comportamiento animal, y la calidad de canal y carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 149 terneros Holstein ($382 \pm 3,0$ kg de peso vivo y $284 \pm 1,2$ días de edad) fueron alojados en una nave comercial de 8 corrales, con 17-20 animales por corral ($12\text{m} \times 6\text{m}$). El pienso, la paja y el agua se ofrecieron *ad libitum*. Los tratamientos estudiados fueron: 1) CTR ($n = 4$ corrales y 74 animales), pienso sin suplementación; 2) ALB ($n = 4$ corrales y 75 animales), pienso suplementado con 0,1% AlbioCalm (Grupo PH-Albio, Albioferm S.L.). Los piensos se formularon con maíz (50%), triticale (10%), DDG (10%) y palmiste malayo (10%) entre otros, siendo isoproteicos e isoenergéticos. El estudio duró 84 días, repartidos en 3 periodos de 28 días. El consumo de pienso por corral se registró diariamente y los animales se pesaron individualmente cada 28 días. Para conocer el consumo de paja por corral se registraron las balas de paja ofertadas. Las observaciones de la conducta animal (comportamiento y emociones) se registraron cada 14 días; la distancia de huida se evaluó en el 40% animales, y se tomaron muestras de saliva para analizar la concentración de oxitocina y cortisol en el 20% animales. La calidad de la canal y pH de la carne (24h *postmortem*) se registraron en el matadero. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento MIXED de SAS, excepto la calidad de la canal que se analizó con el Chi-Square test de SAS. El modelo estadístico utilizó el corral como unidad experimental, como efectos fijos el tratamiento, el periodo y su interacción, y el periodo como medida repetida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los terneros suplementados con ALB tendieron a pesar más al final del estudio (490 vs. $484 \pm 2,9$ kg; $P=0,09$), a ser más eficientes ($0,15$ vs. $0,14 \pm 0,002$ kg/kg MS; $P=0,08$) y a tener mayores rendimientos de la canal ($53,1$ vs. $52,7 \pm 0,25$ %, $P=0,07$) que los terneros no suplementados. El pH de la carne fue significativamente inferior ($P=0,04$) inferior en las canales de los terneros ALB que en los CTR ($5,88$ vs. $5,98 \pm 0,51$). En cuanto al comportamiento animal no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, pero numéricamente las conductas orales no nutritivas, los golpes laterales o las estereotipias, fueron menos frecuentes en los terneros ALB y la rumia fue más frecuente en los terneros ALB que en los CTR. Sin embargo, la distancia de huida tendió ($P=0,08$) a ser mayor en los terneros ALB que en los CTR ($6,32$ vs. $3,65 \pm 1,485$ cm). No se observaron diferencias entre tratamientos en los biomarcadores salivares (oxitocina y cortisol). En general, la evaluación cualitativa del comportamiento indicó que los animales del estudio se encontraban en un estado emocional positivo.

CONCLUSIÓN

En conclusión, los terneros suplementados con el extracto de plantas AlbioCalm tendieron a mejorar el peso vivo final, la eficiencia alimentaria de pienso y paja, y el rendimiento de la canal. Además, la suplementación con AlbioCalm redujo el pH de la carne, lo cual puede impactar positivamente sobre la calidad de la carne. A pesar de tener algunos efectos positivos sobre el comportamiento animal, el buen estado emocional de los animales pudo dificultar la detección de diferencias entre tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Paniagua, M. *et al.* 2019. Anim. Feed. Sci. Technol. 258: 114304.
- Sánchez, D. *et al.* 2022. Animals. 12: 1960.

ESTUDIO DEL RIESGO DE DISEMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS DESDE HECES Y ESTIÉRCOL DE CORDEROS DE RASA ARAGONESA AL SUELO

Alcalá^{1*}, B., García¹, M.S., González^{2,3}, J.M., Lahoz¹, B., Reinoso-Peláez⁴, E.L., Juan¹, T., Andrés-Barranco¹, S., Arenas³, J., Jiménez de Bagües¹, M.P., Mainar-Jaime³, R.C., Calvete¹, C., Marín¹, C.M. y Calvo^{1,5}, J.H.

¹CITA-IA2. Av. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España; ²Gabinete Técnico Veterinario S.L.U., Barcelona, España; ³Universidad de Zaragoza-IA2. C. Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza, España;

⁴INIA-CSIC. Ctra. de La Coruña km 7,5. 28040 Madrid, España;

⁵ARAID. Av. Ranillas I-D, 50018, Zaragoza, España

*balcala@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Las bacterias presentes en el estiércol animal pueden ser importantes reservorios de genes de resistencia a los antibióticos (GRA) y de elementos genéticos móviles (EGM) que participan en la transmisión horizontal a otras especies (Aslam *et al.*, 2021). El objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo potencial de transmisión de estos GRA desde las heces y el estiércol al suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de 2 cebaderos (A y B) de heces animales (n=7), estiércol (n=5), estiércol madurado (n=4) y suelo antes (n=5) y después de ser abonado con estiércol madurado (n=4) del cebadero B. El ADN total se extrajo mediante kits comerciales, a partir de homogenizados de muestras, y se utilizó para realizar la secuenciación del metagenoma mediante nanoporos (MinION, Oxford Nanopore Technologies). La anotación de los genes se realizó mediante la plataforma EPI2ME y el *pipeline* ARMA (*Antibiotic Resistance Mapping Application*) a partir de la base de datos CARD. Los plásmidos y genes que codifican factores de virulencia se identificaron mediante PlasmidFinder y VirulenceFinder respectivamente, dentro de la plataforma Galaxy (<https://usegalaxy.org>). Los EGM se identificaron con el software MobileElementFinder a través de la plataforma del *Center for Genomic Epidemiology* (<https://www.genomicepidemiology.org>). El análisis y visualización de datos se realizó mediante el software ResistoXplorer.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La abundancia relativa de GRA fue similar entre heces y estiércol de ambas explotaciones, así como entre el estiércol madurado y sin madurar y entre los suelos abonados y no abonados. Sin embargo, se encontraron diferencias en el número de copias de GRA por Gb secuenciado entre el estiércol ($363,09 \pm 174,57$) y ambos suelos ($138,99 \pm 30,12$). Esto se reflejó en la diversidad α . El número de EGM mostró diferencias entre las heces del cebadero A ($891,6 \pm 207,32$) y las del B ($56,5 \pm 12,02$), además de marcadas diferencias en la composición de sus genes. No obstante, no se EGM en el conjunto de suelos ($1 \pm 1,19$). En el total de las muestras, sólo el 1,51% de los GRA se detectaron en plásmidos. Respecto a la presencia de genes de virulencia, no se observaron diferencias significativas en abundancia entre los cebaderos, aunque el análisis de las heces y estiércol de ambas explotaciones sí reveló la abundancia diferencial de 23 genes que para factores de virulencia.

CONCLUSIÓN

A pesar de que tanto heces como estiércol contienen una gran cantidad de bacterias portadoras de GRA y EGM, su transmisión a la microbiota del suelo parece ser muy limitada. No obstante, en este trabajo detectamos diferencias en cuanto a la composición y número de EGM entre microbiota de heces y estiércol, lo cual podría afectar a la diferente diseminación de los GRA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aslam, B., Khurshid, M., Arshad, M.I., Muzammil, S., Rasool, M., Yasmeen, N., Shah, T., Chaudhry, T.H., Rasool, M.H., Shahid, A., Xueshan, X., Baloch, Z. 2021. Antibiotic Resistance: One Health One World Outlook. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 11: 771510.

Agradecimientos: El proyecto GANARAM forma parte del Plan Complementario Agroalnext dentro del Plan Recuperación, Transformación y Resiliencia financiado por fondos Europea-Next Generation EU.

ANÁLISIS DE SALIVA PARA EVALUAR EL BIENESTAR EN CERDAS SINCRONIZADAS Y SOMETIDAS A LAPAROTOMÍA PARA LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Quintero-Moreno^{1,3}, A., Barcelo¹, M.D., Pardo-Marín⁴, L., Carrillo⁴, J.D., Botía⁴, M., Bordignon^{1,5}, V., Matás^{1,2}, C., Cerón⁴, J.J. y Gadea^{1,2*}, J.

¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia (UMU); ²IMIB Arrixaca, Murcia; ³Universidad del Zulia, Venezuela; ⁴Dept. Medicina y Cirugía Animal. UMU; ⁵McGill University, Canada
*jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de sincronización de celo y ovulación (SCO) y la transferencia quirúrgica de embriones (TE) podrían afectar al bienestar de las cerdas. Garantizar que estos procesos no afecten al bienestar animal es una obligación ética y una necesidad práctica, ya que el estrés asociado a estas técnicas podría repercutir negativamente en los resultados reproductivos. La monitorización de los animales puede realizarse mediante métodos no invasivos, como la detección de cortisol y α -amilasa en saliva, (Cerón *et al.*, 2022). El objetivo de este trabajo es determinar si un protocolo de SCO y la TE inducen estrés en las cerdas tratadas y, de ser así, permitirá implementar medidas para mitigar esta situación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo de SCO consistió en la aplicación de dos dosis de PGF2 α (cloprostenol: 0,2 mg) a 20 cerdas núlparas gestantes entre los días 23 y 32 de gestación. La segunda dosis se combinó con la administración de gonadotropina coriónica equina (eCG: 1200 UI) y, 72 horas después, se administró gonadotropina coriónica humana (hCG: 750 UI) (Onishi *et al.*, 2000). Una vez confirmado el celo, las cerdas fueron inseminadas y 24 horas después fueron sometidas a una laparotomía bajo tratamiento anestésico y analgésico (ketamina, midazolam, medetomidina, buprenorfina e isoflurano) (Navarro-Serna *et al.*, 2021). Durante todo el protocolo, se recogieron 9 muestras de saliva por animal desde el momento previo a la primera inyección hasta 120 horas después de la TE. Para tomar las muestras de saliva, las cerdas masticaron una esponja durante 15-30 segundos; después, se colocó en un tubo de recogida de saliva (Salivette®), que posteriormente se centrifugó (1000 g, 5 minutos) y el fluido resultante se almacenó a -80 °C hasta su análisis. El cortisol se determinó mediante quimioluminiscencia (Escribano *et al.*, 2012) y la α -amilasa se analizó mediante espectrofotometría (Contreras-Aguilar *et al.*, 2018). Para determinar cambios en los niveles de cortisol y α -amilasa se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un nivel de significación de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el tratamiento de SCO, que incluyó la inyección de PGF2 α y gonadotropinas, así como el manejo para la detección de celo e inseminación artificial, no se observaron cambios significativos en los niveles de cortisol (rango 0,06-0,13 μ g/dL). Por el contrario, el procedimiento quirúrgico provocó un aumento significativo de los niveles de cortisol a las 24 y 72 horas posteriores a la TE (0,30-0,32 μ g/dL; $p < 0,05$), que regresaron a valores basales a las 120 horas tras la intervención (0,23 μ g/dL). Aunque no se detectaron cambios significativos en los valores de α -amilasa en todo el proceso, se observaron amplias variaciones individuales. Recientemente, se ha informado de que el manejo de los cerdos en condiciones experimentales adecuadas no incrementa los niveles de cortisol (Puy *et al.*, 2024). Sin embargo, se han detectado aumentos tanto en los niveles de cortisol como en los de α -amilasa en saliva en situaciones en las que los animales sufren dolor (Contreras-Aguilar *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN

El protocolo de SCO no genera incrementos en los biomarcadores de estrés. Sin embargo, la laparotomía bajo el tratamiento anestésico-analgésico empleado supone un incremento transitorio de los marcadores de estrés que podría provocar la pérdida embrionaria en las cerdas receptoras. Estos resultados servirán de base para mejorar los protocolos postquirúrgicos de anestesia, analgesia y antiinflamatorios, así como para valorar la aplicación de técnicas menos invasivas, como la laparoscopia o la transferencia no quirúrgica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerón *et al.* 2022. BMC Vet Res. 18: 81-97.
- Contreras-Aguilar *et al.* 2018. BMC Vet Res. 14(1): 256.
- Contreras-Aguilar *et al.* 2019. Res. Vet. Sci. 126: 155-163.
- Escribano *et al.* 2012. J. Vet. Diagn. Invest. 24(5):918-923.
- Navarro-Serna *et al.* 2021. CRISPR J. 4(1):132-146.
- Oishi *et al.* 2000. Science 289 (5489): 1188-1190.
- Puy *et al.* 2024. Animals 14(19): 2760.

Agradecimientos: "Fundación Seneca" 22065/PI/22 y 22545/PDC/24; ID2020-113366RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y María Zambrano (CO-MZ-14).

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE IMMULITE XPi 2000 PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CORTISOL EN SALIVA PORCINA TRAS UN MODELO DE ESTRÉS POR TRANSPORTE

Escribano^{1,2*}, D., Botía¹, M., Tecles¹, F., Ortín-Bustillo¹, A., López, M¹. y Cerón¹, J.J.

¹Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos de la Universidad de Murcia (Interlab-UMU);

²Departamento de Producción, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España

*det20165@um.es.

INTRODUCCIÓN

La cuantificación de los niveles de cortisol de manera automatizada en saliva de cerdos se ha realizado tradicionalmente mediante el sistema de inmunoensayo Immulite 1000 (Escribano *et al.*, 2012) basado en un anticuerpo (ab) destinado a humana. Actualmente este equipo se ha descatalogado y existen dos métodos comerciales disponibles para Immulite Xpi 2000: (1) uno calibrado para su uso en humanos y (2) otro calibrado para su aplicación en perros (método recomendado para veterinaria). El objetivo de este estudio fue comparar los resultados obtenidos por ambos métodos en muestras de saliva de cerdos expuestos a dos condiciones (una óptima y otra subóptima) de estrés por transporte.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon un total de 18 cerdos de una experimental descrita anteriormente por Botía *et al.* (2024) y procedentes de una fase final de cebo ubicados en una granja comercial de la Región de Murcia. Los animales se dividieron en dos grupos: (1) Grupo A o grupo con mejoras en el manejo en su transporte a matadero y (2) Grupo B o grupo con un manejo estresante en su transporte a matadero. Las muestras de saliva se recogieron en dos días consecutivos. El primer día, los animales se muestrearon a las 8:00 am (B1) y 4h después (B2). Al día siguiente, ambos grupos fueron transportados y las muestras fueron tomadas inmediatamente a su llegada a las 8:00 am (M1) y a las 4h (M2). Las muestras de saliva fueron tomadas según el protocolo descrito habitualmente y los niveles de cortisol fueron determinados mediante el analizador automático Immulite XPi 2000 (Siemens Health Diagnostics, USA) usando dos métodos diferentes, uno desarrollado para su uso en humanos (COR) (Cortisol, REF L2KCO2, Siemens Health Diagnostics, USA) y otro desarrollado para su uso en veterinaria (VCO) (Veterinary Cortisol, REF L2KVC02, Siemens Health Diagnostics, USA). Para el análisis estadístico se utilizó el programa GraphPad Prism versión 9. Se empleó el test pareado Wilcoxon (no paramétrico) para determinar si los valores de cortisol en saliva mostraban diferencias entre los tiempos de cada grupo. El coeficiente de correlación se analizó por el método de Spearman (no paramétrico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ambos métodos, VCO y COR, detectaron un aumento significativo de los valores de cortisol en M1 (mediana 0,64 g/dL; 0,45^{25th}-0,83^{75th} g/dL y mediana 0,38 g/dL; 0,24^{25th}-0,51^{75th} g/dL, respectivamente) respecto a B2 (mediana 0,24 g/dL; 0,16^{25th}-0,32^{75th} g/dL y mediana 0,11 g/dL; 0,06^{25th}-0,36^{75th} g/dL, respectivamente) en el Grupo B. Además, con COR, se observó un aumento significativo de los valores de cortisol en M1 (mediana 0,38 g/dL; 0,24^{25th}-0,51^{75th} g/dL) respecto a B1 (mediana 0,098 g/dL; 0,05^{25th}-0,17^{75th} g/dL). En el Grupo A no se observaron diferencias significativas entre las distintas tomas con ninguno de los dos. Estos resultados muestran una magnitud de incremento entre M1 y B2 de 3,21 veces con el método de humana (COR); mientras que para el de veterinaria (VCO) este incremento es de 2,78 veces. Además, los resultados de ambos mostraron una escasa correlación ($r = 0,24$). Estos hechos podrían indicar que, aunque ambos métodos son capaces de detectar aumentos de los niveles de cortisol ante un estímulo estresante, las características del ensayo y la calibración pueden hacer que den lugar a resultados diferentes en las mismas muestras.

CONCLUSIÓN

El método empleado para medir cortisol en saliva de cerdo puede influenciar en los resultados obtenidos. En el caso del Immulite XPi 2000 el método de humana es el que muestra mayores diferencias en situaciones de estrés tras el transporte en el cerdo y, por lo tanto, un mayor potencial para su uso en saliva porcina para evaluar el cortisol de forma automatizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escribano, D. *et al.* 2012. Validation of an automated chemiluminescent immunoassay for salivary cortisol measurements in pigs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*.
- Botía, M. *et al.* 2024. Comparison of the Effect of Two Different Handling Conditions at Slaughter in Saliva Analytes in Pigs. *Metabolites* 14: 234.

BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS Y HEMATOLÓGICOS DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN CERDOS DE ENGORDE

Arrazola*, A., Piñero, M., Sánchez, J.P. y Quintanilla, R.

Genética y Mejora Animal, IRTA, Torre Marimon, Caldes de Montbui, 08140 España

*aitor.araazola@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El perfil metabólico del individuo determina la utilización de recursos y, en consecuencia, la eficiencia productiva de los animales (Gilbert *et al.*, 2017). De hecho, la concentración de varios metabolitos sanguíneos permite inferir el estado nutricional del animal, así como el funcionamiento de rutas metabólicas. Además, el perfil hematológico de un individuo posibilita caracterizar su situación inmunológica y su capacidad de transporte de oxígeno, funciones relacionadas con su eficiencia productiva (Lindholm-Perry *et al.*, 2021). El objetivo de este estudio fue analizar la utilidad de un conjunto de parámetros bioquímicos y hematológicos como posibles biomarcadores para predecir el perfil productivo y la eficiencia alimentaria en cerdos de engorde de distintas líneas genéticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 762 de cerdos, de varios cruces genéticos y con sus respectivas dietas comerciales, se evaluaron en el centro de control porcino del IRTA (Monells, Girona) durante las fases de crecimiento (80-125 días de edad) y engorde (126-165 días de edad). Durante este periodo, se registró individualmente el consumo alimentario (con comederos electrónicos), el peso y el espesor de grasa dorsal. Además, se realizó un análisis bioquímico y hematológico de 176 cerdos al final de cada fase. Los datos productivos y de eficiencia alimentaria de las dos fases se analizaron como medidas repetidas, considerando 13 grupos experimentales (combinación de lote, empresa, genotipo y dieta) junto al efecto del sexo y de la fase. Se estimaron las correlaciones residuales entre los caracteres productivos y los parámetros sanguíneos, y se evaluaron modelos de regresión múltiple sobre estos parámetros bioquímicos y hematológicos. Por último, se utilizaron métodos de aprendizaje automático para obtener modelos predictivos, entrenados con una red elástica, que fueron posteriormente evaluados mediante validación cruzada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los coeficientes de correlación mostraron que las concentraciones séricas de urea, albúmina y colesterol estaban positivamente asociadas al crecimiento y la ingesta alimentaria, mientras que el índice de conversión se correlacionaba principalmente con la concentración de urea y el volumen corpuscular medio (correlaciones positivas) y con la abundancia de ALP (correlación negativa). Los modelos que incorporaban la regresión múltiple sobre los parámetros sanguíneos mostraron un mejor ajuste de los datos productivos y de eficiencia. Los coeficientes de regresión parcial confirman el papel principal de la concentración de urea como indicador fisiológico tanto del crecimiento como de la eficiencia alimentaria en cerdos de engorde. Otros metabolitos relacionados con el estado nutricional del animal, como la concentración de proteínas globulares y colesterol, contribuyeron a explicar parte de la varianza del crecimiento y el consumo diario en cerdos de engorde. También, la concentración de creatinina y de bilirrubina aparecen como indicadores adicionales del crecimiento y del consumo alimentario, respectivamente. La validación de los modelos predictivos puso de manifiesto que estos perfiles bioquímicos y hematológicos permiten explicar entre un 20 y un 25% de la variabilidad de la eficiencia alimentaria y de diversos parámetros productivos relacionados con el crecimiento, la ingesta de alimento y la deposición de grasa subcutánea.

CONCLUSIÓN

La caracterización del perfil metabólico y hematológico del individuo permite inferir su potencial productivo y de eficiencia en la asimilación y utilización de nutrientes durante el cebo. Algunos parámetros sanguíneos serían potenciales biomarcadores de fenotipos de eficiencia alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gilbert *et al.*, 2017. *Animal* 11(9):1427-1439 • Lindholm-Perry *et al.*, 2021. *Transl. Anim. Sci.* 5:1-8.

Agradecimientos: A la EIP-Agri initiative (EU), el Departament d'Agricultura (Generalitat de Catalunya), y las empresas Selecció Batallé, UPB Genetic World, Grup Gepork, Baró Germans y Pinsos Sant Antoni por su apoyo al proyecto OPTIPORC (Grup Operatiu 107 2021 2A).

EFFECTO DE LA DENSIDAD ANIMAL SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANIMAL Y BIENESTAR EN TERNEROS ANGUS DE CEBO INTENSIVO

Roda^{1*}, M., Verdú², M., Siurana¹, A., Soldevila², X., Salas³, H. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI BA), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona;

²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida;

³GEA Farm Technologies, Ibérica S.L., Granollers, Barcelona

*maria.roda@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La limitación del espacio ha sido calificada por la EFSA (2012) como uno de los principales peligros para los terneros de engorde. Proporcionar un mayor espacio tiene efectos positivos sobre su bienestar (Gyax *et al.*, 2007) y crecimiento (Ingvarsteen y Andersen, 1993). Sin embargo, la normativa únicamente regula el espacio mínimo disponible (1,8 m²).

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 68 terneros machos Black Angus x Frisona, con un peso vivo de 153 ± 30,0 kg y 129 ± 16,4 días de edad, fueron distribuidos en 4 corrales (72 m²/corral) durante 260 días de estudio. En dos de los corrales se alojaron 19 animales (3,8 m²/animal, alta densidad) y en los otros dos 15 (4,8 m²/animal, baja densidad). Todos disponían de un comedero de pienso automático tipo túnel (bonÀrea Agrupa, Guissona, Lleida), un comedero de paja de 4 bocas, y una báscula de pesaje automático con un bebedero incorporado (DigitAnimal, Madrid, España). Cada animal fue equipado con un collar acelerómetro (CowScout Neck, GEA Farm Technologies, Bönen, Germany), para realizar una monitorización continua del tiempo dedicado a la alimentación, rumia e inactividad. Cada 15 días, a lo largo de todo el engorde, un observador registró durante 60 minutos el comportamiento de 4 terneros/corral mediante un etograma, siempre dentro del mismo intervalo horario (12:00-17:00). Los datos fueron analizados con el procedimiento PROC MIXED y GLIMMIX (SAS Inst. v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El etograma mostró que los animales de baja densidad dedicaban más tiempo a rumiar que los de alta densidad (16,22 vs. 13,46 ± 14,31 min/h; p < 0,05), sugiriendo un mayor bienestar. Además, este resultado fue secundado por los acelerómetros, mostrando diferencias significativas durante los períodos de mayor calor (6,36 vs. 5,29 ± 1,77 h/día; p < 0,05) y los períodos finales del engorde (5,93 vs. 5,51 ± 1,74 h/día; p < 0,05), cuando la densidad pueda tener un mayor impacto. Los terneros de baja densidad pasaron menos tiempo de pie que los de alta densidad (4,19 vs. 6,59 ± 5,78 min/h; p < 0,01), probablemente porque la menor disponibilidad de espacio dificulta tumbarse sin interrupciones. Asimismo, los de baja densidad estuvieron menos tiempo en el comedero de pienso y de paja que los de alta (pienso: 1,62 vs. 2,50 ± 3,81 min/h; p < 0,05; paja: 3,77 vs. 5,12 ± 6,35 min/h; p < 0,10). La alta densidad aumentó la ocupación del comedero de pienso, incrementando la competitividad y desviando parte del tiempo que deberían rumiar o descansar, al consumo de alimento. Además, esta mayor ocupación, podría redirigir su conducta de alimentación hacia el consumo de paja. Por último, el tiempo dedicado a las conductas agonistas tendió a ser menor en los terneros de baja densidad que en los de alta (golpes: 0,57 vs. 1,02 ± 2,37 min/h; p < 0,10).

CONCLUSIÓN

La densidad animal de corral afecta el comportamiento animal; así pues, terneros alojados en alta densidad rumian menos, pasan más tiempo de pie y dedican más tiempo a realizar conductas agonistas que terneros alojados en baja densidad. Por lo tanto, se esperarían implicaciones positivas en el bienestar animal si se aumentara el espacio de corral en el cebo intensivo de terneros Angus.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EFSA 2012. EFSA J. 10(5): 2669.
- Gyax, L. *et al.* 2007. Applied Animal Behaviour Science, 107(1-2): 1-12.
- Ingvarsten, K.L. y Andersen, H.R. 1993. Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci., 43(2): 65-80.

Agradecimientos: Los autores agradecen al ganadero, Josep M.^a, así como la financiación del proyecto por el MCIN y el Fondo FEDER (SMARTBEEF PID2021-126987OB-I00).

IMPACTO DEL TIPO DE SUELO Y LA VENTILACIÓN ADICIONAL EN EL COMPORTAMIENTO EXCRETOR Y LA PRESENCIA DE HECES EN EL CUERPO DE LOS CERDOS DE ENGORDE

Cano^{1*}, C., Villagrà¹, A., Hlel², N., Fajardo², B., Piquer¹, L., Iborra², I., Calvet², S., Estellés², F. y Díaz de Otálora², X.

¹Centro de Investigación y Tecnología Animal-Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Polígono La Esperanza 100, 12400 Segorbe, España; ²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal-Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España
*cano_mca@gva.es

INTRODUCCIÓN

El diseño de los alojamientos es clave para garantizar el bienestar de los cerdos de engorde. En este sentido, según el Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, los cerdos deben contar con un área de reposo confortable y limpia. Sin embargo, factores como el tipo de suelo, el tamaño del corral o el sistema de ventilación, influyen en el comportamiento excretor y, por tanto, en el bienestar de los animales. Por ello, este estudio evalúa cómo el tipo de suelo y distintas estrategias de aportación de corrientes de aire afectan al comportamiento excretor y grado de limpieza en cerdos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 128 cerdos de la raza Duroc x (Landrace x Large White) en la granja experimental CITA-IVIA en Segorbe (Castellón). Los animales se dividieron en dos grupos de 64 cerdos según su peso: un grupo control (CTR), alojado en suelo completamente emparrillado, y un grupo experimental (EXP), alojado en corrales con un 33% de superficie sólida con corrientes de aire a la altura del animal. En el caso del grupo EXP, 4 corrales contaron con 100% de la superficie sólida con corrientes de aire a la altura del animal (MAX_{EV}) y otros 4 corrales con 50% de la superficie sólida ventilada (MED_{EV}). Los ventiladores funcionaron entre 4 y 6 horas diarias en todos los corrales. Para evaluar el efecto combinado del suelo sólido y las corrientes de aire sobre la presencia de heces en el cuerpo de los cerdos, se tomaron imágenes en dos momentos separados por dos semanas. A continuación, se utilizó el score propuesto por Welfare Quality para cerdos de engorde para la evaluación de heces sobre el cuerpo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas entre los grupos CTR y EXP, con una mayor presencia de heces en el cuerpo en los cerdos alojados en corrales EXP. Este resultado puede atribuirse a que, pese a contar con corrientes de aire adicionales, los cerdos experimentaron más calor debido a la menor proporción de suelo emparrillado, lo que hizo que el tratamiento de ventilación aplicado resultara insuficiente. Además, el mayor nivel de suciedad podría deberse a que los cerdos tendieron a excretar en el área de suelo sólido, provocando la acumulación de purines en dicha zona. Sin embargo, dentro de la sala con tratamiento EXP no se encontraron efectos significativos entre MAX_{EV} y MED_{EV} .

CONCLUSIÓN

Para las condiciones de este estudio, el suelo sólido en combinación con corrientes de aire a la altura del animal no fue suficiente para modificar las pautas de excreción de los cerdos hacia la zona emparrillada. Esto condujo a una mayor presencia de heces en el cuerpo de los cerdos debido a la defecación de los animales en las zonas sólidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos. BOE núm. 278, de 20 de noviembre de 2002. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte Europa de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n° 01059609 (proyecto Re-Livestock). Este trabajo cuenta con la ayuda del proyecto PLF4ALL (CIAICO/2021/212) financiado por la Generalitat Valenciana. Nawel Hlel cuenta con financiación del Programa Santiago Grisolia (CI-GRIS/2023).

LOS EFECTOS DE LA DENSIDAD DE CORRAL EN LA PRODUCTIVIDAD Y BIENESTAR ANIMAL EN LA FASE FINAL DEL ENGORDE DE CERDOS

Soldevila^{1*}, X., Balart¹, M., Mainau², E. y Verdú¹, M.

¹Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida;

²AWEC, Parc de Recerca UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona

*xavier.soldevila@bonarea.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el bienestar animal ha sido una cuestión que ha adquirido mayor relevancia en la ganadería. En cerdos de engorde, el espacio disponible por animal es un factor crítico, ya que, en densidades muy elevadas se ha demostrado que hay una reducción de la ingesta y la ganancia de peso (White *et al.*, 2008). El espacio disponible por animal influye directamente en la expresión de comportamientos naturales y en la duración de estos, siendo importante en conductas sociales e individuales (comer, beber, descansar, etc.) esenciales para su salud y bienestar (Petherick, 2007). La reciente normativa de bienestar animal (RD 159/2023) establece nuevos requisitos de espacio mínimo disponible, incrementando el espacio asignado por animal con el objetivo de mejorar significativamente su bienestar, especialmente en la fase final del engorde, cuando los animales alcanzan un peso de entre 85 y 110 kg. Sin embargo, esto podría suponer un desafío considerable para la ganadería e industria, que deberán ajustar sus sistemas de producción, ya sea mediante la reducción del número de animales cebados o la reestructuración de sus instalaciones, con el fin de cumplir con los nuevos estándares establecidos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto del aumento del espacio disponible por animal (disminuir la densidad de corral) sobre los parámetros productivos y de bienestar en cerdos de engorde durante el último tercio de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio contó con un total de 283 cerdos de engorde (Danbred x Pietrain, 50:50 machos y hembras, 2 réplicas), el cual se realizó durante la etapa final del engorde, a partir de los 72 kg de peso vivo (PV), y tuvo una duración de 40 días hasta la salida a matadero. Los cerdos fueron alojados en corrales, con una superficie útil de 4,45 m², de forma balanceada por sexo y PV. A cada corral se le definió una de las 3 densidades de corral evaluadas: baja (B), media (M) y alta (A), de 0,86, 0,74 y 0,65 m²/cerdo, respectivamente. Cada 21 días, se registró el PV individual y el consumo de pienso por corral; además, se realizaron observaciones para determinar el grado de actividad (Oliveira *et al.*, 2020), la incidencia de lesiones corporales y el grado de suciedad (Welfare Quality, 2009) en los animales. Todos los datos fueron analizados mediante modelos de efectos mixtos con medidas repetidas (PROC MIXED del SAS®). Los datos productivos y de actividad siguieron una distribución de Gauss, mientras que las lesiones y suciedad una distribución binaria (expresados en porcentaje de animales dentro de cada una de las categorías). Se consideró el corral como unidad experimental y el animal como unidad muestral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período final del engorde, el grupo con densidad B exhibió ($p < 0,05$) una mayor ganancia media diaria (0,99 vs. $0,92 \pm 0,092$ kg/día), un mayor PV final (112,2 vs. $108,9 \pm 4,27$ kg PV) y peso canal (84,5 vs. $82,2 \pm 3,16$ kg canal) en comparación con las densidades M y A. Por otro lado, el grupo B mostró un consumo de pienso superior ($2,24$ vs. $2,07 \pm 0,234$ kg/día; $p < 0,01$), lo que hizo que no hubiese diferencias en la conversión alimentaria ($2,28 \pm 0,036$ kg/kg). Además, se tendió a observar una proporción mayor de animales con lesiones corporales en M y A en comparación a B (68 vs. $53 \pm 15,6$ %; $p = 0,07$) y un incremento numérico del porcentaje de cerdos sucios (18 vs. $12 \pm 13,2$ %).

CONCLUSIÓN

La reducción de densidad animal propuesta por la nueva normativa al final del engorde (de 0,65 a 0,74 m²/animal) no tiene impacto en términos productivos y de bienestar animal; sin embargo, un mayor aumento del espacio disponible por animal (0,86 m²/animal) evidencia efectos positivos y destacables sobre la productividad y el bienestar de los cerdos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• BOE-A-2023-6083. • Oliveira *et al.* 2020. Livest. Sci. 234: 103972. • Petherick, J.C. 2007. J. Vet. Behav. 2(6): 197-204. • Welfare Quality. 2009. • White *et al.* 2008. J. Anim. Sci. 86(8): 1789-1798.

Agradecimientos: Al personal de granja Nial de bonÀrea Agrupa y a Xavier Gomà, estudiante de trabajo de final de grado de la Universitat de Lleida.

CONSECUENCIA DEL ENRIQUECIMIENTO DEL ESPACIO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO IBÉRICO

Rodríguez-Fernández*, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I., Vivar-Quintana, A.M. y Revilla, I.

E.P.S Zamora, Universidad de Salamanca, Avenida Requejo 33, 49022 Zamora

*martarf98@usal.es

INTRODUCCIÓN

El enriquecimiento ambiental en la cría de cerdos consiste en proporcionar materiales como cama, paja, o juguetes para estimular su comportamiento natural y reducir el estrés y la frustración. Se ha demostrado que los juguetes pueden mejorar el bienestar de los cerdos al promover su actividad y reducir comportamientos agresivos, lo que indirectamente podría influir en parámetros productivos y en la calidad de la carne (Lebret y Candek-Potokar, 2022). Además, estudios recientes sugieren que un entorno enriquecido mejora la salud del animal, disminuye el uso de antibióticos y puede contribuir a una producción más sostenible (Moeller *et al.*, 2010). La Comisión Europea establece que los cerdos deben tener acceso constante a estos materiales para favorecer su bienestar. Sin embargo, los estudios sobre su impacto en la calidad de la carne suelen verse afectados por factores como el tipo de sistema de cría (interior o exterior) y el espacio disponible (Ludwiczak *et al.*, 2023). Por ello, en este trabajo analiza específicamente el efecto de la inclusión de juguetes siendo el resto de factores tales como dieta, espacio o alimentación idénticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 50 machos de raza 50% ibérica y alimentados con la misma dieta, se dividieron en un grupo control que se colocó en un corral convencional con acceso a un parque exterior y un grupo experimental que se colocó en el mismo tipo de corral, pero con acceso a cuerdas de algodón, muñecos y pelotas, manteniendo todos los elementos a la vez y durante 70 días. Cuando alcanzaron el peso al sacrificio se transportaron al matadero y el lomo izquierdo se llevó al laboratorio. Se midió humedad y color (L, a*, b*, C y H) a las 48h del sacrificio. A continuación, las muestras homogeneizaron, se envasaron al vacío y se congelaron a -18°C . Antes de 3 meses y tras su descongelación durante 24h se analizaron grasa, proteína (AOAC, 1990) y ácidos grasos. Tras la extracción de los ácidos grasos (Folch *et al.*, 1957), el perfil lipídico se determinó tras la metilación en medio ácido por cromatografía gaseosa usando como patrón interno C19:0 (ISO 12966-2:2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados revelaron diferencias significativas ($p=0,038$) en la composición proteica de la carne, registrándose un contenido superior en el grupo control. De manera similar, en la intensidad del color (croma) el grupo experimental mostró un valor más alto con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,030$). En contraste, los demás parámetros evaluados no presentaron variaciones significativas. Respecto al perfil de los ácidos grasos se observó que los sumatorios PUFA, w6 y w6/w3 se vieron aumentados en sus resultados por la introducción de juguetes en las instalaciones, pero no mostraron diferencias significativas respecto al grupo control.

CONCLUSIÓN

Los resultados permiten concluir que introducir juguetes en los corrales afecta al color de la carne, lo cual puede deberse a que los animales se encuentran en mayor movimiento. También es importante destacar el contenido proteico, que puede influir en la composición nutricional. Desde el punto de vista del perfil lipídico, el grupo experimental es más rico en ácidos grasos insaturados. La implementación de esta práctica podría considerarse para mejorar el bienestar animal sin afectar la calidad final del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Lebret, B. y Candek-Potokar, M. 2022. *Animal*, 16: 100402. • Ludwiczak, A. *et al.* 2023. *Meat Sci.* 206: 09339. • Moeller *et al.* 2010. *Meat Sci.* 84(1): 14-22. • UNI EN ISO 12966:2017. Animal and vegetables fats and oils – Gas chromatography of fatty acid methyl esters – Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids.

Agradecimientos: Al proyecto mEATquality financiado por el programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea (Nº 101000344).

MEDICIÓN DE OXITOCINA EN PELO PARA EVALUAR UN ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL OLFATIVO EN LÉMUR

Botía¹, M., Navarro², R., Hevia³, M.L., Cerón¹, J.J. y Escribano^{1,3*}, D.

¹Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos de la Universidad de Murcia (Interlab-UMU);

²Zoological park "Terra Natura Murcia", Espinardo, Spain; ³Departamento de Producción, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España

*maria.botiag@um.es

INTRODUCCIÓN

El uso del pelo en lémur ha demostrado ser una muestra no invasiva y de utilidad en esta especie para la determinación de biomarcadores relacionados con el comportamiento (Tennenhouse *et al.*, 2017). Además, es una opción ideal en este tipo de animales donde el acceso o posibilidad de recogida de muestras es más limitado. El empleo de la oxitocina (Ox) como biomarcador en estudios de bienestar está ganando gran interés dando un enfoque y visión diferentes a los biomarcadores clásicos como el cortisol. El objetivo de este estudio es medir por primera vez Ox en pelo de lémur y ver si sus niveles se incrementan tras un enriquecimiento basado en un estímulo olfatorio positivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron pelos de 10 ejemplares de lémur (6 *Lemur catta* (1 hembra y 5 machos) y 4 *Lemur Varecia variegata* (3 hembras y 1 macho)) de la población de Terra Natura Murcia alojados en la misma jaula. El enriquecimiento ambiental olfativo consistió en añadir aceite esencial de lavanda (Esencias Martínez Lozano, S.A. Murcia, España), una sustancia que se ha asociado con la reducción de la ansiedad y el estrés en los primates. Se emplearon 20 mL de aceite en una dilución 1:2 de agua, según lo descrito por Baker *et al.* (2017), colocándose en diferentes zonas de la jaula y reponiendo cada 3-4 días para evitar la pérdida de su efecto por degradación. El pelo fue cortado con peladora automática en la parte de detrás del cuello, siempre en la misma zona y por la misma persona, siendo almacenados en duquesitas y almacenados protegidos de la luz hasta su posterior procesamiento y medición. Se tomaron 5 tomas de pelo separadas por un mes de tiempo cada toma y donde la primera fue realizada para dejar crecer pelo de nuevo crecimiento. La toma basal (B) se realizó justo antes del enriquecimiento (B), dos tomas tras 1 (T1) y 2 (T2) meses con enriquecimiento olfativo y una última toma habiendo retirado el enriquecimiento olfativo el último mes (T3). El procesamiento y medición de Ox (usando tecnología AlphaLISA (PerkinElmer, MA)) fue realizado según lo descrito por López-Arjona *et al.* (2021), evaluando los coeficientes de variación (Cvs) y el límite menor de cuantificación (LMC) para esta especie. El análisis estadístico se realizó con GraphPad Prism versión 9 (USA), empleando un Friedman y Dunn's test de comparación múltiple para determinar si se mostraban diferencias entre tomas. Los valores fueron expresados en pg/mg y el nivel de significación se fijó en $p < 0,5$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los animales mostraron mayores niveles de Ox tras el enriquecimiento, tanto en T1 (mediana de 3179 pg/mg; 2855^{25th}-3572^{75th} pg/mg) como en T2, (mediana de 4343 pg/mg 3591^{25th}-4896^{75th} pg/mg), en relación con el basal (mediana de 2675 pg/mg; 1627^{25th}-3117^{75th} pg/mg), siendo este incremento significativo en T2 ($p=0,002$). En T3, tras un mes de retirar el enriquecimiento, se produjo un descenso en los valores de mediana a 3429 pg/mg (3014^{25th}-4461^{75th} pg/mg), bajando en 8 de los 10 animales en relación con T2. Los datos analíticos del ensayo mostraron unos CVs $<10\%$ y un LMC de 0,2 pg/mg para las muestras de pelo de lémur, igual a lo descrito por López-Arjona *et al.* (2021) para pelo de cerdo.

CONCLUSIÓN

La determinación de Ox se puede realizar en pelo de lémur, siendo capaz de mostrar cambios tras un enriquecimiento ambiental basado en un estímulo olfativo. Por lo tanto, este biomarcador en pelo podría ser una herramienta útil y no invasiva en modelos de estudio de enriquecimiento para esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tennenhouse, E. *et al.* 2017. Relationships between steroid hormones in hair and social behaviour in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *Primates* 58(1): 199-209.
- López-Arjona *et al.* 2021. A Procedure for Oxytocin Measurement in Hair of Pig: Analytical Validation and a Pilot Application. *Biology* 10: 527.
- Baker *et al.* 2017. The effects of olfactory stimulation on the behavior of captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *Zoo Biology* 8(37):16-22.

MIELOPEROXIDASA EN SANGRE ENTERA EN PROCESOS INFLAMATORIOS SÉPTICOS Y NO SÉPTICOS EN CERDOS: UN COMPLEMENTO AL HEMOGRAMA

Botía¹, M., Tecles¹, V.M., Cerón¹, J.J. y Escribano^{1,2*}, D.

¹Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos de la Universidad de Murcia (Interlab-UMU);

²Departamento de Producción, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España

*det20165@um.es

INTRODUCCIÓN

La mieloperoxidasa (Mpx) es una hemoproteína presente sobre todo en los gránulos azurófilos de los neutrófilos que se libera al espacio extracelular en condiciones inflamatorias y tiene una fuerte actividad microbicida (Algieri *et al.*, 2013). Botía *et al.* (2023) mostraron que la actividad Mpx en saliva puede diferenciar incrementos en un modelo séptico en mayor magnitud que en un modelo inflamatorio no séptico. Los analizadores hematológicos de la serie ADVIA pueden medir la actividad Mpx de los leucocitos. El objetivo del trabajo es evaluar si la medición de la actividad Mpx en sangre entera medida en un analizador de hematología, puede ser de utilidad a la hora de diferenciar procesos inflamatorios sépticos de no sépticos y su posible relación con la Mpx en saliva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon resultados de 10 muestras de sangre entera de un modelo realizado con anterioridad en el artículo López-Martínez *et al.* (2022). Experimental realizada con cerdos macho en fase de engorde (Granja Docente de la Universidad de Murcia), en la cual había un grupo de 5 cerdos a los que se les administró LPS de *Escherichia coli* (una sola dosis i.m 30 ug/kg, Sigma-Aldrich, USA), como modelo de proceso inflamatorio séptico, y 5 cerdos a los que se les administró 4 mL de aceite de turpentina en cada flanco de forma subcutánea (turpentina purificada, Sigma-Aldrich, USA), como modelo de proceso inflamatorio. Las muestras se recolectaron 24h antes del inicio del experimento, y posteriormente se recolectaron a las 3, 6, 24 y 48h después de la administración de cada compuesto. La actividad de la Mpx asociada al recuento leucocitario fue medida mediante un autoanalizador ADVIA 120 (Hematology System, Siemens, Italy) y se correlacionó con la actividad de Mpx de saliva medida en un analizador químico (AU400® de Olympus Diagnostica GmbH, Hamburgo, Alemania) descrita en artículo Botía *et al.* (2023). Para los cálculos estadísticos se utilizó GraphPad Prism 9 Software (USA), con test no paramétricos de medidas repetidas (Friedman test y Dunn's de comparación múltiple) para la diferencia entre tomas y un coeficiente de correlación de Spearman. El nivel de significación se fijó en $p < 0,5$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de Mpx de leucocitos mostraron un incremento significativo ($p = 0,02$) a las 6h post LPS (mediana 22,6 UI/L; 19,8^{25th}-23,9^{75th}) con relación a las 24h previas a su administración (mediana 10,6 UI/L; 9,1^{25th}-19,0^{75th}). Los niveles a las 3h post administración también ser incrementaron sin llegar a ser significativos (mediana 22,1 UI/L; 16,3^{25th}-24,8^{75th}) y bajaron a las 24 (mediana 15,0 UI/L; 9,2^{25th}-19,6^{75th}) y 48h post-administración (mediana 15,6 UI/L; 9,4^{25th}-17,3^{75th}). En el caso de la administración de turpentina se produjo una evolución similar pero no se llegaron a producir diferencias significativas (mediana de 13,3 UI/L (9,7^{25th}-22,5^{75th}); 18,0 UI/L (13,9^{25th}-23,7^{75th}); 19,9 UI/L (17,2^{25th}-26,6^{75th}); 18,2 UI/L (13,1^{25th}-24,8^{75th}) y 16,3 UI/L (11,3^{25th}-23,3^{75th}) para las 24h antes y las 3, 6, 24 y 48h post administración, respectivamente). Los resultados tuvieron una tendencia similar a los encontrados en saliva por Botía *et al.* (2023), donde el incremento significativo se observó en el modelo de inflamación con LPS y no con la turpentina, aunque en ese caso el incremento fue a las 3h post administración. Los métodos no mostraron correlación entre ellos con un $r = 0,22$. Por lo tanto, aunque se observan cambios en ambos tipos de muestras, no parecen seguir la misma evolución.

CONCLUSIÓN

La Mpx se puede medir en leucocitos a través del autoanalizador ADVIA 120 y podría ser un método automatizado, rápido y sencillo que podría ser empleado para diferenciar procesos inflamatorios sépticos de no sépticos en la especie porcina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aglieri, F. *et al.* 2013. Intestinal anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts of *Phlomis purpurea* L. and *Phlomis lychnitis* L. in the trinitrobenzenesulphonic acid model of rat colitis. *J. Ethnopharmacol.* 146: 750- 759.
- Botía, M. *et al.* 2023. Gaining knowledge about biomarkers of the immune system and inflammation in the saliva of pigs: The case of myeloperoxidase, S100A12, and ITIH4. *Res Vet Sci* 164: 104997.
- Lopez-Martinez, M.J *et al.* 2022. Measurement of procalcitonin in saliva of pigs: A pilot study. *BMC Vet. Res.* 18: 139.

MEDICIÓN DE OXITOCINA EN SALIVA DE CERDO PARA EVALUAR EL BIENESTAR ASOCIADO A LA INTERACCIÓN CON HUMANOS

Escribano^{1,2*}, D., Botía¹, M., López-Arjona¹, M., Hevia², M.L., y Cerón¹, J.J.

¹Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos de la Universidad de Murcia (Interlab-UMU);

²Departamento de Producción, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España

*det20165@um.es

INTRODUCCIÓN

La oxitocina (Ox) en los últimos años se ha utilizado ampliamente como biomarcador de “experiencias positivas” en psicología y comportamiento ya que, a diferencia de los clásicos biomarcadores empleados, el incremento de sus niveles se asocia a interacciones positivas. Además, el uso de la saliva nos proporciona una herramienta fácil y no estresante para su determinación (Cerón *et al.*, 2022). Sin embargo, hay pocos estudios que cómo el propio muestreo de saliva y una interacción humana positiva con muestreadores pueden influir en sus niveles.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se emplearon un total de 19 cerdos en fase final de cebo alojados bajo condiciones comerciales en la Granja Docente de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia. Se escogieron dos cuadras, de la misma sala de cebo, en las que había animales que no habían tenido interacción con personas más allá del trato de granja recibido por los operarios. Se muestrearon una cuadra control de 9 animales (5 machos y 4 hembras), donde no se realizó ningún tipo de estímulo salvo la recogida de saliva; y otra cuadra de 10 animales (5 machos y 5 hembras) donde se realizó la interacción y estimulación positiva basada en 30 minutos de caricias con los muestreadores entre el primer y el segundo muestreo. Se tomaron dos muestras de cada animal, la primera a tiempo 0 o basal (TB), y la segunda tras los treinta minutos (T30). Las muestras de saliva fueron tomadas según el protocolo descrito habitualmente y los niveles de Ox fueron determinados mediante un ensayo AlphaLISA (PerkinElmer, MA) previamente desarrollado y validado para su uso en saliva porcina (López-Arjona *et al.*, 2020). Para el análisis estadístico y cálculos descriptivos se utilizó el programa GraphPad Prism versión 9. Se empleó el test pareado Wilcoxon (no paramétrico) para determinar si los valores de oxitocina en saliva mostraban diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos TB y T30 de cada grupo, y un test Kruskal-Wallis (no paramétrico) para comparar los valores de oxitocina entre el grupo control y grupo de caricias ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el grupo de interacción humana se observó un incremento significativo en los niveles de Ox en saliva en T30 (promedio de 2184; 1328^{25th}-2428^{75th} pg/ml) con relación a los niveles TB (1380 de promedio; 765^{25th}-1789^{75th} pg/ml) con un valor de $P = 0,019$. En el caso del del grupo control no se observó un incremento significativo entre T30 (promedio de 991; 858^{25th}-1075^{75th} pg/ml) y TB (promedio de 891; 609^{25th}-1127^{75th} pg/ml). Al comparar entre tomas de ambos grupos no se observaron diferencias significativas. Los resultados muestran una magnitud de incremento en el grupo de las caricias de 1,58 veces respecto a sus niveles basales en comparación con un aumento de magnitud de 1,11 veces en el grupo control. Ese ligero incremento en los niveles de Ox a T30 del grupo control podría ser debido a que el propio muestreo en sí provoque un estímulo positivo. Incrementos de similar magnitud, medidos con este mismo ensayo, han sido descritos en otros estímulos agudos de estimulación positiva. Como, por ejemplo, tras la eyaculación en verracos donde también se observaron incrementos significativos en saliva respecto a los niveles basales (López-Arjona *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

El muestreo de saliva no supone ningún perjuicio de bienestar para los cerdos de cebo y una interacción con personas desconocidas de 30 minutos provoca un incremento agudo de los niveles de Ox respecto a sus valores basales. Por lo tanto, la determinación de Ox en saliva puede ser una herramienta útil en modelos de estudio de interacción humana-cerdo para evaluar sus niveles de bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López-Arjona, M. *et al.* 2020. Ejaculate collection influences the salivary oxytocin concentrations in breeding male pigs. *Animals* 10: 1-12.
- Cerón, J.J. *et al.* 2022. Basics for the potential use of saliva to evaluate stress, inflammation, immune system, and redox homeostasis in pigs. *BMC Vet Res* 18: 81.

DESARROLLO DE MODELOS *IN VITRO* BASADOS EN LA ESPECIE OVINA

Larrañaga*, N., Gómez, J., Sola, D., Marco, P., Sevilla, E., Badiola, J.J., Otero, A. y Bolea, R.

Facultad de Veterinaria, C/Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza

*nlarranaga@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En la investigación biomédica y veterinaria, los modelos *in vitro* desempeñan un papel crucial en la comprensión de procesos fisiológicos, el desarrollo de nuevos tratamientos y la reducción del uso de animales en experimentación. Sin embargo, la mayoría de los modelos *in vitro* disponibles se han desarrollado a partir de especies como ratones, cerdos y humanos, dejando un vacío en la representación de otras especies de interés, como la ovina. Tradicionalmente, se han utilizado ratones modificados para expresar características ovinas en la investigación de enfermedades, como el scrapie, una encefalopatía espongiforme transmisible cuya investigación se basa mayoritariamente en estudios *in vivo*. En contraste, desarrollar modelos *in vitro* basados directamente en células ovinas permitiría un estudio más preciso y relevante de esta enfermedad, facilitando la identificación de mecanismos patológicos y la evaluación de posibles tratamientos en un entorno controlado y, además, se podría reducir la necesidad de estudios *in vivo* y promover un enfoque más ético, eficiente y representativo en la investigación veterinaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del modelo *in vitro*, concretamente cultivos celulares tridimensionales del sistema nervioso central para enfermedades neurodegenerativas como el scrapie, se utilizarán encéfalos de animales adultos. A partir de estos, se extraerán las células madre neuronales adultas localizadas en la zona subventricular (Zeuner *et al.*, 2018), con el objetivo de obtener esferas formadas a partir de estas células. Dichas células serán sembradas a una densidad de 100.000 de células por mililitro de medio y cultivadas durante 30 días en medio de cultivo enriquecido con factores de crecimiento que impidan la diferenciación celular prematura. A medida que las neuroesferas que se formen alcancen las 100 micras de diámetro, el cultivo será sometido a una tripsinización para favorecer que las células se separen y multipliquen en mayor cantidad y tamaño de neuroesferas, tantas veces como sea necesario hasta obtener un cultivo homogéneo de esferas con aproximadamente el mismo tamaño y libre de restos celulares (Ahmed *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La neuroesfera es una estructura tridimensional formada por diferentes tipos celulares que es susceptible de diferenciarse en distintas células presentes en el sistema nervioso central (Rojo Salvador *et al.*, 2022). Mediante la metodología antes expuesta, este estudio demuestra que es posible obtener neuroesferas a partir de la zona subventricular del encéfalo de ovejas adultas. Esto supone la posibilidad de obtener decenas de sujetos de estudio *in vitro* a cambio de un solo animal. Además, la obtención de neuroesferas podría constituir el primer paso para desarrollar estructuras tridimensionales más complejas, como podría ser un organoide de encéfalo (Pineau y Sim, 2021).

CONCLUSIÓN

El cultivo de neuroesferas a partir del encéfalo de ovejas adultas es un método viable para el desarrollo de un modelo *in vitro* tridimensional propio en la especie ovina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, A.K.M.A., Isaksen, T.J., Yamashita, T. 2021. Protocol for mouse adult neural stem cell isolation and culture. *STAR Protocols* 2(2): 100522. <https://doi.org/10.1016/j.xpro.2021.100522>
- Pineau, H. y Sim, V.L. 2021. From Cell Culture to Organoids-Model Systems for Investigating Prion Strain Characteristics. *Biomolecules* 11(1): 106. <https://doi.org/10.3390/biom11010106>
- Rojo Salvador, C., Galicia Guerrero, M.D.L., Sánchez Maldonado, B., González Gil, A., Picazo González, R.A. 2022. Morphological and ultrastructural characterization of neurospheres spontaneously generated in the culture from sheep ovarian cortical cells. *The Anatomical Record* 305(9): 2265-2280.
- Zeuner, M.T., Didenko, N.N., Humphries, D., Stergiadis, S., Morash, T.M., Patel, K., Grimm, W.D., Widera, D. 2018. Isolation and Characterization of Neural Crest-Derived Stem Cells From Adult Ovine Palatal Tissue. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* 6.

Agradecimientos: A Daniel Romanos, Sandra Felices y Catarina Martinho por ayudarnos siempre.

EFFECTO DE LA DIARREA NEONATAL Y EL SÍNDROME RESPIRATORIO PADECIDOS EN LOS PRIMEROS 90 DÍAS DE VIDA SOBRE LA REPRODUCCIÓN

Garay^{1,2,3}, G., Revilla^{4*}, M.E., Cáceres^{1,3,4}, E., Carulla^{5,6}, P., Pérez-Navarro⁶, A., Pesántez², J.L., González¹, J.V., Sebastián⁶, F. y Astiz³, S.

¹Facultad de Veterinaria, UCM, España; ²Universidad de Cuenca, Ecuador;

³Departamento de Reproducción Animal, INIA-CSIC, España; ⁴Universidad Europea de Madrid, España; ⁵Politécnica de Valencia, España; ⁶Cowvet SL, España

*mariaeugenia.revilla@universidadeuropea.es

INTRODUCCIÓN

La diarrea neonatal (DN) y el síndrome respiratorio bovino (SRB) son las principales patologías de terneros en las primeras etapas de su vida, afectando a su eficiencia reproductiva, hecho de vital importancia en las granjas. Este estudio trata de cuantificar el efecto de la DN y el SRB en etapas tempranas de la vida, sobre la eficiencia reproductiva de novillas Holstein en una granja comercial de cría.

MATERIAL Y MÉTODOS

Incluimos terneras sanas entre 5-50 días de edad a su llegada a una granja comercial de cría de Valencia y las seguimos hasta abandonar la misma registrando todos los datos reproductivos, que fueron: edad a la pubertad, edad a la primera inseminación, edad a la gestación, número de inseminaciones artificiales por preñez (IA/P) y probabilidad de gestación. Analizamos la eficiencia reproductiva en función de si habían padecido DN o SRB creando 4 grupos experimentales: Sanas, SoloDN, SoloSRB, DNySRB. Estudiamos también la incidencia y momento de padecer DN o SRB entre las novillas agrupadas según el estado en el que abandonan la granja (noIA: no inseminadas; noG: no gestantes y G: gestantes). Analizamos los datos con ANOVA, Chi cuadrado y curvas de supervivencia (SPSS 29; IBM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias entre grupos en ninguna de las medidas reproductivas registradas, aunque numéricamente sí fueron más jóvenes a la pubertad y a la primera gestación las novillas que habían estado sanas en las primeras semanas de vida. La edad a la pubertad ($P=0,11$) fue en Sanas $11,950 \pm 1,14$ meses; en SoloDN $11,9 \pm 1,2$ m; en SoloSRB $12,24 \pm 0,9$ m y en DNySRB $12,2 \pm 1,2$ m. La edad a la primera IA ($P=0,26$) fue $14,1 \pm 0,8$ m en Sanas; $14,1 \pm 0,8$ m en SoloDN; $14,2 \pm 0,9$ m en SoloSRB y en DNySRB $14,3 \pm 1,02$ m. La edad a primera gestación ($P=0,48$) en Sanas resultó $15,1 \pm 1,5$ m; SoloDN $14,9 \pm 1,4$ m, SoloSRB $15,1 \pm 1,5$ m y en DNySRB $15,2 \pm 1,6$ m y las IA/P ($P=0,62$) fueron en Sanas $2,05 \pm 1,27$ IA/P; SoloDN $1,91 \pm 1,10$ IA/P; SoloSRB $2,01 \pm 1,17$ IA/P y en DNySRB $1,89 \pm 1,21$ IA/P. El ritmo de gestación no difirió entre estos cuatro grupos ($P=0,374$), pero la curva de las novillas sanas mostraba un ritmo de gestación numéricamente más acelerado y con tendencia a diferir de las terneras que habían padecido los dos procesos ($P=0,086$). Al analizar los animales por si habían sufrido DN o no, tampoco encontramos diferencias en el ritmo con el que iban quedando gestantes ($P=0,448$), y tampoco cuando comparábamos las novillas que habían padecido SRB o no ($P=0,08$), aunque, de nuevo, el análisis de supervivencia sí evidenciaba una diferencia numérica, que podría ser relevante clínicamente. Al analizar los resultados comparando las novillas según el estado en el que abandonaron la granja, el grupo de novillas con mayor incidencia de SRB y que lo padecieron más jóvenes eran las noIA y difirieron en este aspecto de las que abandonaron gestantes la granja ($P<0,001$) y con tendencia ($P=0,062$) al compararse con las que no quedaron gestantes. Este mismo estudio, pero sobre la incidencia y edad de aparición de la ND no mostró diferencias significativas entre estos grupos de novillas gestantes, no gestantes y no IA.

CONCLUSIÓN

No observamos una influencia clara del padecimiento de enfermedad en edades tempranas por parte de terneras de cría sobre los principales parámetros reproductivos. Sin embargo, el ritmo de gestación evidenciaba una diferencia numérica que podría ser relevante, y el SRB parece influir negativamente, aumentando el grupo de novillas que acaban no gestantes. Por lo tanto, prevenir estas patologías es importante en las granjas de cría.

Financiación: CDTI-IDI-20200936; contrato predoctoral P. Carulla Universitat Politècnica València- PAID-01-20.

CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE ÓRGANOS Y ESQUELETO EN LECHONES CON DIFERENTE CONFORMACIÓN CORPORAL AL NACIMIENTO

Salgado-López, P., Llauredó-Calero*, E., Gasa, J. y Solà-Oriol, D.

Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra 08193, España

*eudald.laurado@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La mejora de la prolificidad de las cerdas ha reducido significativamente el peso medio al nacer, aumentando el número de lechones nacidos con bajo peso. Durante las fases iniciales de crecimiento, los lechones cambian de categoría de peso, lo que implica que un porcentaje de lechones con bajo peso puede llegar a alcanzar a los más pesados. La identificación temprana de estos lechones, junto con la implementación de medidas preventivas, es crucial para mejorar su rendimiento y reducir la variabilidad. En este contexto, el objetivo de este estudio fue caracterizar los lechones en términos de desarrollo de órganos y estructura esquelética, según sus características morfológicas al nacer.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron un total de 24 lechones nacidos de 6 cerdas hiperprolíficas (Danish Landrace x Danish Yorkshire) del mismo lote. Se seleccionaron 4 lechones por cerda según su peso al nacimiento, índice de masa corporal, *crown-to-rump length* y grado de restricción intrauterina (IUGR), determinado en base a la morfología de la cabeza descrita por (Chevaux *et al.*, 2010). Los lechones fueron clasificados en 4 grupos ($n = 6$ lechones/grupo): restricción intrauterina severa (sIUGR), bajo peso al nacimiento (LBW), peso moderado al nacimiento (MBW) y alto peso al nacimiento (HBW). Se realizaron tomografías computarizadas post mortem de los lechones recién nacidos. Posteriormente, se recolectaron y pesaron los órganos en una balanza de precisión. Se evaluaron las propiedades mecánicas de las tibias mediante pruebas de flexión, y las concentraciones de minerales se determinaron a partir de las cenizas obtenidas de las mismas. Los datos se analizaron usando modelos lineales mixtos, con la categoría de lechón como efecto fijo y la madre como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los lechones con un grado de restricción severa (sIUGR) presentaron ratios cerebro:corazón, cerebro:hígado y cerebro:pulmones mayores en comparación con las demás categorías ($p < 0,05$). Además, el peso relativo del cerebro también fue mayor en los lechones sIUGR ($p < 0,001$), disminuyendo de forma lineal hasta los lechones HBW. En relación con el desarrollo esquelético, se encontraron diferencias en el volumen óseo total y la densidad ósea al nacimiento. Los lechones sIUGR presentaron volúmenes óseos aproximadamente un 70% inferiores a los de los lechones HBW ($p < 0,001$), así como un mayor porcentaje de huesos de baja densidad ($p < 0,001$). Los lechones LBW y MBW presentaron valores intermedios en estas variables. Las mediciones específicas de la tibia izquierda revelaron un área cortical mayor ($p < 0,001$) y un mayor grosor ($p = 0,01$) en los lechones HBW en comparación con las demás categorías. Con respecto a las propiedades mecánicas evaluadas de la tibia, los lechones sIUGR mostraron valores mayores de estrés máximo de compresión y de tracción ($p = 0,002$ y $p = 0,001$, respectivamente) en comparación con las demás categorías. De manera similar, los valores de rigidez fueron más altos en los lechones sIUGR en comparación con los lechones MBW y HBW ($p = 0,006$). Finalmente, se observaron diferencias en el contenido de manganeso entre las categorías de lechones ($p = 0,028$), siendo los niveles más altos en los lechones sIUGR y los más bajos en los lechones HBW.

CONCLUSIÓN

La conformación corporal de un lechón al nacimiento es un buen indicador de su desarrollo orgánico y esquelético. Los lechones de bajo peso con algún grado de IUGR presentan un crecimiento asimétrico de los órganos, junto con una osificación deficiente y un crecimiento longitudinal óseo limitado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chevaux, E., Sacy, A., Le Treut, Y., Martineau, G. 2010. In: Proc. 21st IPVS Congr., Vancouver, BC, Canada, p. 209.

Agradecimientos: Estudio financiado por el MICIU (PID2019-103915GB-I00), y Salgado-López P. obtuvo una beca FI (2023 FI-200080) para la realización de esta investigación. También agradecer la colaboración del IRTA, así como del EEBE y la EPSEVG de la UPC.

EFFECTOS A CORTO Y MEDIO PLAZO DE LA DIARREA NEONATAL Y EL SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO PADECIDOS EN LOS PRIMEROS 90 DÍAS DE VIDA SOBRE EL RITMO DE CRECIMIENTO Y LA MORTALIDAD EN TERNERAS HOLSTEIN DE RECRÍA

Garay^{1,2,3}, G., Cáceres^{1,3,4*}, E., Revilla⁴, M.E., Carulla^{5,6}, P., Pérez-Navarro⁶, A.,
Pesántez², J.L., González¹, J.V., Sebastián⁶, F. y Astiz³, S.

¹Facultad de Veterinaria, UCM, España; ²Universidad de Cuenca, Ecuador; ³Departamento de Reproducción Animal, INIA-CSIC, España; ⁴Universidad Europea de Madrid, España; ⁵Politécnica de València, España; ⁶Cowvet SL, España
*elicacer@ucm.es

INTRODUCCIÓN

La diarrea neonatal (DN) y el Síndrome Respiratorio Bovino (SRB) son las principales causas de enfermedad en terneros y tienen efectos a largo plazo en su desarrollo, lo que resulta de gran importancia para los ganaderos. Este estudio trata de analizar la influencia de la DN y el SRB sobre el crecimiento y la mortalidad en terneras/novillas Holstein en una granja comercial de recría.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron terneras sanas entre 5-38 días de edad a su llegada a una granja comercial de recría de Valencia y se las siguió hasta su salida, muerte o sacrificio. Se registraron datos de salud, crecimiento [peso corporal, ganancia media diaria (GMD), grasa dorsal] y supervivencia de 647 terneras a su llegada, al destete, a los 70 días, a los 130d y a los 230d de edad. Se crearon 4 grupos experimentales según morbilidad en los primeros 90d de vida: Sanas, SoloDN (terneras con DN), SoloSRB (con SRB) y DNySRB (con ambos procesos). Se recogieron datos de mortalidad en granja y novillas enviadas a matadero. Analizamos los datos con ANOVA, Chi cuadrado y curvas de supervivencia (SPSS 29; IBM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las terneras llegaron con pesos similares y no mostraron diferencias a los 70 ni los 130d. Al destete, el grupo SoloSRB pesaba más ($71,7 \pm 9,9\text{kg}$; $P<0,001$) que SoloDN ($66,8 \pm 8,8\text{kg}$) y DNySRB ($68,1 \pm 11,6\text{kg}$), pero no difirió de las Sanas ($70,1 \pm 9,5$). A los 70d, SoloDN ($147,3 \pm 24,8\text{kg}$) y SoloSRB ($139,3 \pm 19,6\text{kg}$) fueron las terneras más grandes ($P=0,026$). La GMD de SoloDN hasta el destete fue la menor ($24,0 \pm 8,7\text{g/d}$), inferior a la de Sanas y SoloSRB ($P=0,002$), mientras que DNySRB ($26,8 \pm 10,5\text{g/d}$) y Sanas ($26,8 \pm 9,8\text{g/d}$) no presentaron diferencias. Del destete a los 70d, SoloSRB creció menos (GMD= $68,4 \pm 21,8\text{g/d}$) que Sanas ($76,2 \pm 29,0\text{g/d}$) y SoloDN ($82,0 \pm 29,7\text{g/d}$; $P=0,001$). De los 70 a los 230d, SoloSRB mostró mayor GMD ($107,6 \pm 36,6\text{g/d}$) que Sanas y SoloDN ($P=0,050$). La grasa dorsal no difirió entre grupos a la llegada ni a los 70d. Al destete, las Sanas tenían más grasa dorsal ($4,24 \pm 0,36\text{mm}$) que SoloSRB y DNySRB ($P=0,008$). A los 230d, SoloDN presentó más grasa dorsal ($6,51 \pm 0,24\text{mm}$) que el resto ($P<0,05$). La tasa de mortalidad fue mayor en SoloSRB (18,4%) que, en Sanas, SoloDN y DNySRB (2,3%, 7,8% y 10%, respectivamente). En SoloSRB se observó la mayor cantidad de animales muertos y enviados a matadero (26,2%) frente a Sanas (6,1%), SoloDN (15%) y DNySRB (17,8%). SoloSRB fue, numéricamente, la causa más frecuente de mortalidad hasta el destete, entre el destete y los 130d y de los 130d en adelante (6,8%, 9,7% y 9,7%, respectivamente). Hasta los 600d, Sanas mostraron más probabilidad de sobrevivir que el resto ($P<0,001$), mientras que SoloSRB tuvo menor probabilidad de sobrevivir que SoloDN ($P=0,007$). Hasta el destete, SoloDN presentó menor supervivencia que solo SoloSRB y Sanas ($P=0,001$), y del destete hasta los 130 d, SoloSRB tuvo la menor probabilidad de supervivencia en comparación con Sanas y SoloDN ($P<0,001$).

CONCLUSIÓN

DN afectó más negativamente a la GMD hasta el destete que el SRB o ambas enfermedades combinadas. En contraste, SRB tuvo un impacto más intenso en el crecimiento tras el destete y hasta los 4,5 meses de edad (paso a parques). El crecimiento de las terneras evidencia fases de crecimiento compensatorio tras haber sufrido una enfermedad. Finalmente, el SRB estuvo asociado a una mayor pérdida de animales, ya fuera por muerte en granja o por envío a matadero. Las sanas tuvieron la mayor probabilidad de supervivencia, mientras que DN mostró la menor hasta del destete y SRB en adelante.

Agradecimientos: CDTI-IDI-20200936; contrato predoctoral P. Carulla Universitat Politècnica València-PAID-01-20.

RELEVANCIA DEL BIENESTAR ANIMAL EN CONSUMIDORES DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS: ANÁLISIS DE COMENTARIOS ONLINE

Liste^{1,2,3*}, G. y Gazzola⁴, P.

¹Dpt. Investigación de Mercados, ESIC Business & Marketing School, Via Ibérica 28, 50012, Zaragoza;

²ESIC University, Cº Valdenigrales S/N, 28223, Pozuelo de Alarcón, Madrid; ³Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge, A-23 Zaragoza-Huesca Km. 299, 50830, Villanueva de Gállego;

⁴Facultad de Comercio y Turismo, Universidad Complutense de Madrid, Av. de Filipinas 3, Chamberí, 28003, Madrid

*mariaguioimar.liste@esic.edu

INTRODUCCIÓN

Los consumidores españoles valoran los productos ecológicos (ECO) de origen animal como saludables, seguros, sostenibles y de mayor calidad, además de reconocer su mayor respeto por el bienestar animal. Pero esta información se suele obtener mediante encuestas (auto-reporte) que no suelen reflejar el comportamiento real de compra (*attitude-behaviour gap*). El análisis de comentarios post-compra (*online reviews*) ofrece la posibilidad de examinar la opinión del consumidor tras consumir el producto, sin someterlo a estudios de mercado. El objetivo de este estudio fue analizar la satisfacción de consumidores de productos ECO de origen animal para identificar las dimensiones mejor valoradas, a través del análisis automatizado de sus comentarios online, prestando especial atención a la valoración de su dimensión diferenciadora: el bienestar animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Extrajimos todos los comentarios online de productos ECO de origen animal de la web Planeta Huerto, principal tienda online española especializada en productos sostenibles. La información obtenida para cada producto fue: categoría (carne, huevos, lácteo, pescado), país de origen (España, otros), comentarios, y valoración en estrellas (1-5). Se extrajeron automáticamente todos los comentarios de 41 productos (852 comentarios totales) y se realizó un análisis textual incluyendo las variables: longitud (caracteres), sentimiento, y análisis temático automatizado (salud, sostenibilidad, bienestar, calidad, emoción). Analizamos correlaciones entre las valoraciones (1-5) y el sentimiento (a modo de validación), y también entre estas variables y el análisis temático, para observar si valoraciones o sentimiento se asociaban a dimensiones concretas de los productos ECO. Por último, creamos modelos lineales generalizados para analizar los efectos de la categoría y el país de origen del producto ECO, sobre la valoración y el sentimiento de los consumidores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las valoraciones de los consumidores se correlacionaron significativamente con el análisis de sentimiento ($p < 0,01$; $R = 0,42$), ratificando el estudio realizado. Como es habitual, los comentarios más largos se asociaron con sentimientos más negativos ($p < 0,01$; $R = -0,38$). El tema más asociado con el sentimiento fue el bienestar ($p < 0,01$; $R = 0,22$), con comentarios positivos presentando mayor frecuencia de palabras clave relacionadas con bienestar, seguido de sostenibilidad ($p < 0,01$; $R = -0,14$), donde los comentarios negativos fueron los que presentaban más palabras clave relevantes. La salud no se relacionó de ninguna manera con el sentimiento de los comentarios. La categoría del producto afectó al sentimiento y la valoración ($p < 0,05$), con los lácteos presentando los mejores resultados ($0,55 \pm 0,02$; $4,75 \pm 0,04$) y los huevos los peores ($0,40 \pm 0,03$; $4,56 \pm 0,05$), mientras carne y pescado fueron intermedios. Se observó que los huevos recibían muchos comentarios negativos debido a problemas con el transporte y roturas del producto, lo que el análisis al no ser una dimensión del producto ECO sino una característica inherente a la logística de la compra online. El país de origen afectó al sentimiento, con los productos españoles presentando valores más positivos que el resto ($p < 0,05$; $0,46 \pm 0,02$ vs. $0,38 \pm 0,03$).

CONCLUSIÓN

Nos sorprendió observar que el tema de salud apareció con poca frecuencia en los comentarios online de productos de origen animal ECO, pues suele considerarse la dimensión más relevante para el consumidor, y que no se relacionaba con el sentimiento del comentario. Aun teniendo en cuenta la poca frecuencia de aparición, los consumidores que reflejaron preocupación por el bienestar animal en sus comentarios, tendieron a valorar mejor los productos ECO. El tema representado más frecuentemente en los comentarios fue la calidad, lo que podría representar una visión más realista de las expectativas del consumidor que las ofrecidas por estudios de mercado tradicionales.

GANADERÍA DE **P**RECISIÓN

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE VALLADOS VIRTUALES PARA EL MANEJO DIRIGIDO DEL GANADO EN PASTOS COMUNALES

Ferrer^{1*}, V., Múgica¹, L., Aguilar¹, M., Ochoa¹, J., Eguinoa¹, P. y Aranguren², P.

¹INTIA. Avda. Serapio Huici 22. 31610 Villava / Atarrabia (Navarra);

²ASPINA. Calle Paraje el Soto S/N. 31170. Iza, Navarra

*vferrer@intiasa.es

INTRODUCCIÓN

El sistema de vallados virtuales es una herramienta tecnológica que permite el control del pastoreo mediante la creación de recintos virtuales en una aplicación en el móvil y en ordenador. Los animales están vinculados a éstos mediante un collar GPS y reciben señales disuasorias, primero sonoras y después pulsos eléctricos, cuando tratan de salir del área delimitada (Waterhouse, 2023). Este trabajo trata de evaluar su funcionamiento y funcionalidad en un pastoreo guiado con ganado vacuno en una zona de monte comunal en Navarra. El estudio se encuadra dentro del proyecto titulado “Desarrollo y evaluación de un modelo de pastoreo sostenible en los pastos comunales de Navarra”, cuyo objetivo es establecer modelos de pastoreo para la prevención de incendios.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se localizó en el monte comunal de Echagüe (~800 ha, Oloriz), zona media de Navarra caracterizada por un alto riesgo de incendio. El objetivo fue crear un paisaje en mosaico y controlar el combustible vegetal mediante pastoreo dirigido, utilizando el sistema de vallados virtuales y apoyado en desbroces, instalación de abrevaderos, etc. Se utilizaron dos rebaños de vacuno de raza Pirenaica de 27 y 36 vacas con collares *Nofence* (Noruega). Se elaboró un plan de pastoreo basado en objetivos concretos para la gestión de áreas críticas de propagación de incendios. El funcionamiento del sistema se evaluó mediante el registro del número de señales sonoras, pulsos eléctricos, escapes, y la cantidad de datos recibidos frente a los esperados. Los datos de posicionamiento del ganado se estudiaron utilizando un Sistema de Información Geográfica (QGIS), que permite, entre otros, establecer la intensidad de pastoreo (mapas de calor) por zonas y tipos de vegetación, y distancias diarias recorridas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al funcionamiento del sistema, se registraron entre el 80 y 100% de los datos esperados. Esto indica que el uso de este sistema es viable en esta zona. Respecto a la interacción de los animales con el vallado, la mayor parte de las señales disuasorias y escapes se produjeron durante el periodo de aprendizaje y tras la creación de un nuevo recinto. También se observaron diferentes comportamientos entre vacas del mismo rebaño (pulsos eléctricos: de <1 a >2 por semana). El número medio de salidas de los recintos por vaca es <1,5 en un rebaño y >3 en el otro durante 7 meses. La interacción con el vallado puede relacionarse, entre otros, con el tamaño del recinto y el comportamiento específico de cada animal. Los mapas de calor determinaron mayor presencia de animales en los pastos herbáceos y arbustivos frente a zonas arboladas, y en reposaderos y puntos de abrevada y de aporte de alimentación complementaria. La distancia diaria recorrida, que puede utilizarse como indicador indirecto de la oferta pascícola, no presentó un patrón uniforme entre recintos. Los casos en los que aumenta la distancia recorrida podrían relacionarse con el descenso de la oferta forrajera. Por tanto, alertan de la necesidad de complemento alimentario, necesario para que los animales sigan consumiendo biomasa arbustiva manteniendo un buen estado de carnes y su potencial productivo.

CONCLUSIÓN

El sistema de vallados virtuales es una herramienta de apoyo que facilita la labor del ganadero, y que además permite el pastoreo dirigido con fines ambientales. Esto facilita la gestión del territorio, ya que permite intensificar el pastoreo y reducir la biomasa combustible obligando al ganado a permanecer en zonas de mayor riesgo de incendio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Waterhouse, T. 2023. Virtual fencing systems: balancing production and welfare outcomes. *Livestock*, 28: 5.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Ayuntamiento de Oloriz y a los ganaderos, J.A. Elorz y D. Recalde. Proyecto: PDR de Navarra 2014-2020, financiado por la UE (FEADER 65% y GN 35%).

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DEL GANADO OVINO Y VACUNO EN EL PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA

Padrón-Tejera*, E., García-García, M.J., Torralbo-Muñoz, M.P., Pérez-Marín, D.C. y Maroto-Molina, F.

Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba,
Campus de Rabanales, Ctra. Madrid-Cádiz km 396, 14071, Córdoba, España
*z12patee@uco.es

INTRODUCCIÓN

El comportamiento del ganado y su distribución espacial en pastoreo continuo determinan la interacción entre el ganado y el medioambiente. Existen diferentes variables que afectan a la distribución del ganado, algunas de origen abiótico, como la geomorfología del terreno y otras de origen biótico, como la disponibilidad del pasto (Vallentine, 2001). Una de las decisiones de manejo que mayor influencia tiene sobre la distribución del ganado es la selección del tipo de animal (especie, raza, etc.) por parte del ganadero (Vallentine, 2001). En los últimos años, el uso de sensores para monitorizar el ganado, por ejemplo, los collares de redes neuronales gráficas (GNSS), ha supuesto un cambio de paradigma, permitiendo caracterizar las dinámicas espaciales del ganado en pastoreo de manera continuada y precisa, mejorando la toma de decisiones de gestión de los ganaderos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se monitorizó el comportamiento de un rebaño mixto de ovino (1000 ovejas) y vacuno (45 vacas) localizado en la cara este del Parque Natural y Nacional de Sierra Nevada (Güejar Sierra, Granada), en una zona de pastos de alta montaña de unas 4000 ha, entre los meses de julio y octubre de 2023. Para la monitorización del ganado, se instalaron 5 collares GNSS en ganado vacuno y 15 en ganado ovino (Digitanimal SL, Madrid, España). Se calcularon el rango de hogar y las trayectorias diarias de los animales mediante los paquetes *trajr* y *adehabitatHR* del software libre R (R Core Team, 2024). Los rangos de hogar se calcularon mediante el mínimo polígono convexo. Respecto a las trayectorias diarias se calcularon la longitud, distancia y rectitud. Se obtuvieron los estadísticos descriptivos (media, desviación típica, máximo y mínimo) por especie durante el periodo de pastoreo y se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar el comportamiento de ambas especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas entre ovino y vacuno en casi todas las métricas calculadas ($p < 0,000$). El ovino mostró una longitud de trayectoria media ($5797,20\text{m} \pm 1499,80$) mayor a la del vacuno ($3369,50\text{m} \pm 1240,70$), así como una mayor distancia media ($1778,60\text{m} \pm 1228,60$ frente a $970,40\text{m} \pm 934,10$). Los valores de rectitud fueron similares entre ambas especies ($0,31 \pm 0,19$ y $0,27 \pm 0,17$ para ovino y vacuno respectivamente). El rango de hogar diario promedio fue mayor en el caso del ovino ($157,20\text{ha} \pm 90,20$) frente al vacuno ($37,90\text{ha} \pm 49,30$). La mayoría de la literatura científica apunta a un uso del terreno más homogéneo por parte del ganado ovino frente al vacuno, especialmente en zonas de montaña similares a la del presente caso de estudio (Holechek *et al.*, 1995). Las trayectorias diarias del ovino en áreas montañosas son de mayor longitud, debido probablemente a una mayor adaptación a zonas escarpadas y a un peso corporal inferior al del vacuno. La distancia media y el rango de hogar medio apuntan a una mayor superficie explorada diariamente por parte del ganado ovino.

CONCLUSIÓN

En condiciones de alta montaña, el ganado ovino muestra una mayor dispersión en toda el área de pastoreo, mostrando trayectorias y área explorada mayores a las del vacuno, lo que sugiere una mayor adaptación a estas condiciones y un mejor uso del terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H. 1995. Range management: Principles and practices (2nd ed., pp. xvi–526). Prentice Hall.
- R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing (Version 2024) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Vallentine, J.F. 2001. Grazing management (2nd ed.). Academic Press.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los ganaderos Castro-Miralles su colaboración. Este trabajo forma parte del proyecto TED2021-129315B-C22 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y por la UE mediante el programa NextGenerationEU/PRTR.

DETERMINACIÓN MEDIANTE GPS DEL PATRÓN DE ACTIVIDAD DE OVEJAS EN DIFERENTES SISTEMAS DE PASTOREO

Charef*, S.E., Vieira, C., García-García, J.J., Benito, A. y Bodas, R.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Subdirección de Investigación y Tecnología.
Área de Investigación Ganadera. Finca Zamadueñas. Ctra. Burgos, km 119. 47071 Valladolid

*saledch@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El ganado ovino es capaz de vivir y producir en una amplia gama de sistemas (Morris, 2017), siendo la raza un factor que determina la localización y condiciones en las que se puede optimizar la producción. En los sistemas de pastoreo, las interacciones del rebaño con el medio determinan los lugares de reposo y de alimentación. El conocimiento de las áreas de pastoreo puede contribuir a gestionar de manera más eficiente el uso de la tierra y la productividad del rebaño. El objetivo de este trabajo fue conocer y analizar los patrones de actividad (velocidad media, área de campeo y su perímetro durante el día y la noche) de ovejas de raza Ltxa y Castellana criadas en sus respectivos sistemas de pastoreo (libre en montaña y conducido en meseta).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se colocaron dispositivos GPS (collares con batería, digitanimal, Madrid, España) a ovejas de raza Ltxa y Castellana que salían al pasto de manera regular siguiendo el manejo habitual propio de cada raza: pastoreo conducido durante el día y redileo por la noche en el caso de Castellana; pastoreo libre en el monte en compañía de perros guardianes en el caso de la raza Ltxa. Se recogieron los datos de posición cada 10 minutos correspondientes a 8 semanas, durante las cuales no hubo cambios en el manejo de los animales. A partir de estos datos se calcularon parámetros relacionados con la actividad (velocidad media, área y perímetro de movimiento, diferenciando día y noche, así como la velocidad media en cada hora del día; Posado *et al.*, 2016), que fueron analizados mediante un análisis de varianza de dos vías (R-Studio), considerando la raza, el tiempo (día/noche o las horas del día) y su interacción como factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto la velocidad de movimiento, como el área de campeo y el perímetro de ésta fueron significativamente mayores ($P < 0,001$) por el día que por la noche (302 y 126 m/h; 29,4 y 3,3 ha; 2,2 y 0,9 km, respectivamente). Las ovejas de raza Castellana (pastoreo conducido) mostraron una mayor velocidad media de movimiento (de día y de noche) que las de raza Ltxa (254 vs. 174 m/h; $P < 0,001$), sin que se observaran diferencias en el área de campeo entre ellas. Respecto al perímetro del área de campeo, no fue diferente entre razas durante el día, pero sí por la noche, con valores mayores en el caso de las ovejas Ltxa (1,34 vs. 0,54 km; $P < 0,01$). La dinámica de la velocidad entre horas (Plaza *et al.*, 2022) mostró un incremento brusco en la velocidad de las ovejas de raza Castellana en los momentos de pastoreo conducido (de 12:00 a 16:00) que no se observó en las de raza Ltxa.

CONCLUSIÓN

Más allá de la localización en un momento dado, los dispositivos GPS permiten inferir el patrón de actividad de los animales y, a partir de éste, las prácticas de manejo. Esta información pone de manifiesto la superficie por la que se mueven los animales y su papel en la provisión de servicios ecosistémicos. Asimismo, el conocimiento detallado de los patrones de actividad puede contribuir a mejorar la eficiencia del uso de recursos y el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morris, S.T. 2017. Advances in sheep welfare: 19-35
- Plaza, J., Palacios, C., Abecia, J.A., Nieto, J., Sánchez-García, M., Sánchez, N. 2022. Appl. Anim. Behav. Sci. 251: 105643.
- Posado, R., Bodas, R., García-García, J.J. 2016. Opt. Méd. Series A 116: 257-262.

Agradecimientos: Proyecto Ganadería de montaña Pro-biodiversidad (*Programa transformador de la ganadería extensiva en áreas de montaña en convivencia con grandes carnívoros*). Este proyecto cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

SENSORES DE PROXIMIDAD PARA LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DEL CELO EN VACAS EN EXTENSIVO

García-García*, M.J., Padrón-Tejera, E., Torralbo-Muñoz, M.P., Pérez-Marín, D.C. y Maroto-Molina, F.

Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales,

Ctra. Madrid-Cádiz km 396, 14071, Córdoba, España

*g42gagam@uco.es

INTRODUCCIÓN

La detección eficiente del celo es clave para mejorar la gestión reproductiva en sistemas ganaderos extensivos, donde la observación visual presenta limitaciones debido al tamaño del área del pastoreo y la escasez de tiempo (Reith y Hoy, 2018). Además, en sistemas extensivos, la detección del celo permite la confirmación de no preñez, lo que facilita reducir el intervalo entre partos y mejorar la eficiencia productiva (Hashem y Gonzalez-Bulnes, 2021). El uso de tecnologías de monitorización basadas en sensores de proximidad, como el Bluetooth Low Energy (BLE), representa una herramienta prometedora para la detección automática del celo a partir de cambios en el comportamiento de los animales (O'Neill *et al.*, 2014; Maroto-Molina *et al.*, 2019).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 53 vacas y 3 toros equipados con sensores de proximidad para registrar las interacciones entre machos y hembras. Las vacas llevaban crotales BLE que emitían señales continuamente, mientras que los toros portaban collares con lectores BLE activados cada 30 minutos. Se calcularon indicadores de proximidad con el toro para cada vaca y día: número total de lecturas de la vaca por cada toro, la intensidad media y máxima de la señal recibida y el intervalo medio entre lecturas consecutivas. El celo se detectó mediante observación visual apoyada por el uso de adhesivos Estrotec®. Las diferencias estadísticas se evaluaron mediante modelos lineales mixtos usando el paquete *nlme* de R (Pinheiro *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número total de lecturas diarias mostró diferencias significativas ($P < 0,001$) entre los días analizados (14 días antes y después del celo observado). Durante el día del celo, la media de las lecturas de la vaca por todos los toros aumentó hasta 30, en comparación con las 5-10 lecturas registradas en días anteriores o posteriores.

En cuanto a la intensidad máxima de la señal BLE, se observó un aumento significativo ($P < 0,05$) durante el celo, con un pico de 4,4 frente a valores de 2,7 a 3,5 registrados en días previos. Este incremento sugiere una mayor proximidad entre los toros y las vacas durante el celo.

Por último, el intervalo promedio entre lecturas consecutivas disminuyó significativamente ($P < 0,05$) el día del celo, pasando de 2 horas a 0,7 horas. Este indicador refleja una mayor frecuencia de contacto entre toros y vacas, lo que convierte a los sensores de proximidad BLE en una herramienta útil para detectar el celo.

CONCLUSIÓN

Los sensores de proximidad BLE permiten identificar cambios en los patrones de interacción toro-vaca asociados al celo en sistemas extensivos, demostrando su potencial para la detección automática. Este enfoque tecnológico puede mejorar la gestión reproductiva, facilitando una toma de decisiones más eficiente y contribuyendo a la sostenibilidad de las explotaciones de vacuno de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hashem, N.M. y Gonzalez-Bulnes, A. 2021. *Animals* 11: 1932. • Maroto-Molina, F., Navarro-García, J., Príncipe-Aguirre, K. *et al.* 2019. *Sensors* 19: 2298. • O'Neill, C.J., Bishop-Hurley, G.J., Williams, P.J. *et al.* 2014. *Anim. Reprod. Sci.* 151: 1-8. • Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., y Sarkar, D. 2021. R package version 3.1-153. • Reith, S. y Hoy, S. 2018. *Animal* 12: 398-407.

Agradecimientos: Los autores agradecen al ganadero Ernesto Camacho y a su equipo por su colaboración con los animales y los datos necesarios para este estudio, así como la empresa Digitanimal S.L. por facilitar los datos de los collares y crotales Bluetooth.

CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE PARTO DE VACAS EN PASTOREO LIBRE A PARTIR DE DATOS RECOPIADOS CON COLLARES GNSS

Torralbo-Muñoz*, M.P., García-García, M.J., Padrón-Tejera, E., Pérez-Marín, D.C. y Maroto-Molina, F.

Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba,
Campus de Rabanales, Ctra. Madrid-Cádiz km 396, 14071, Córdoba, España

*g92tomum@uco.es

INTRODUCCIÓN

El parto es un evento crucial en el ciclo productivo de las vacas. En los sistemas extensivos, la monitorización del parto para asistir distocias y evitar problemas periparto se dificulta debido al tamaño de las áreas de pastoreo. Los collares Global Navigation Satellite System (GNSS) monitorizan el comportamiento de los animales de forma remota, permitiendo, entre otros, la detección de cambios etológicos asociados al parto. García *et al.* (2023) diseñaron y evaluaron diferentes indicadores de parto contruidos a partir de datos recopilados con collares GNSS. En este estudio, las vacas mostraron un comportamiento de aislamiento desde 24 horas antes del parto, que se vio reflejado en los indicadores evaluados. La identificación de posibles patrones en las características de los lugares seleccionados por las vacas para parir permitiría conocer *a priori* las zonas del pastizal en que es más probable encontrar las vacas de parto, reduciendo el número de collares GNSS necesarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la caracterización de los lugares seleccionados por las vacas para parir, se usaron los datos recopilados con collares GNSS (Digitanimal SL, Madrid) en cuatro explotaciones de dehesa, dos situadas en el norte de Córdoba, una en Extremadura y otra en Ávila. En total se monitorizaron 58 vacas durante el periparto. Se utilizaron las fechas de parto proporcionadas por los ganaderos, así como las posiciones GNSS de los animales, seleccionándose aquellos puntos en los que la vaca se aislaba del resto del rebaño durante varias horas consecutivas. Para la caracterización de las fincas se obtuvieron capas de distancia al agua, distancia a cercas y muros y unidades geomorfológicas (según Jasiewicz y Stepinski, 2013), a partir del modelo digital del terreno (PNOA). Con las posiciones GNSS correspondientes al parto se calculó el índice de selección de Jacobs (ISJ) para cada una de las categorías de distancia al agua, distancia a las cercas y geomorfología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las fincas se observó una preferencia en el momento del parto hacia la selección de las zonas más alejadas del agua: ISJ medio de +0,53. Respecto a la distancia a las cercas se observaron valores positivos de ISJ (preferencia) en tres de las cuatro fincas para las categorías correspondientes a cercanía a las cercas, en dos de ellas para la categoría de 25-100 m y en una para la categoría de <25 m (ISJ entre +0,11 y +0,26). Solo en la finca más grande (630 ha) no se observó esta tendencia, posiblemente debido a la gran distancia que debían recorrer los animales para acercarse a las cercas en ese caso. En cuanto a la geomorfología, las vacas eligieron en mayor medida las zonas de pendiente suave (entre 5 y 10,5%) con valores medios de ISJ alrededor de +0,12, si bien en una de las fincas, el ISJ mostró una preferencia por las zonas llanas (pendiente <5%). Si bien los valores medios por finca mostraron patrones comunes, se observó una variabilidad importante entre animales. Las desviaciones estándar para las categorías preferidas por las vacas en el parto son 0,68 para la distancia al agua >100 m, 0,69 para las categorías de cercanía a las cercas y 0,59 para la categoría de pendiente suave.

CONCLUSIÓN

Las vacas de carne en pastoreo seleccionan preferentemente zonas alejadas del agua, próximas a una cerca y con pendiente suave para parir. Estos resultados sugieren distintas motivaciones en la selección de zona de parto, como evitar la presencia de otras vacas, buscar refugio o vigilar los alrededores. No obstante, la selección del lugar del parto se podría ver influenciada por otros factores, tanto intrínsecos al animal como relacionados con el medio, por lo que es conveniente continuar estudiando el efecto de otras características del lugar del parto, por ejemplo, la presencia de maleza donde esconderse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, M.J. *et al.* 2023. *Animal* 17(8): 100901.
- Jasiewicz, J. y Stepinski, T.F. 2013. *Geomorphology* 182: 147-156.

Agradecimientos: Los autores agradecen su colaboración a los cuatro ganaderos participantes en el estudio.

EFFECTO DEL PAISAJE Y LA UNIDAD DE GESTIÓN EN EL RIESGO DE CONTACTO ENTRE EXPLOTACIONES VACUNAS EN PASTOREO EXTENSIVO

Urkijo*, A., Salonio, A.P., Martínez, A. y Albizu, A.

NEIKER – Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Berreaga 1, Derio (48160), Bizkaia

* aurkijo@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La ganadería extensiva y la configuración/composición del paisaje están estrechamente ligadas, ya que el ganado tiene que ajustar su actividad de pastoreo a la disponibilidad espacial del territorio. Así, el ganado tiende a agruparse en las zonas de mayor cantidad o calidad de alimento, generando un uso heterogéneo del territorio. Esto hace que haya zonas de altas cargas ganaderas, lo que facilita el contacto estrecho o directo entre animales. En este contexto, el objetivo de este estudio es identificar las características del paisaje que condicionan la actividad ganadera aumentando la probabilidad de que haya contacto entre rebaños y, por ende, elevando el riesgo de transmisión de enfermedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en el contexto del proyecto LIFE Oreka Mendian (2017) (LIFE15 NAT/ES/000805), entre mayo 2021- diciembre 2021 en la ZEC de Gorbeia (País Vasco) mediante la colocación de dispositivos GPS de la marca *Digitalanimal* correspondientes a 14 explotaciones de ganado vacuno distintas. Para estimar la probabilidad de que hubiese contacto entre explotaciones vacunas se definieron dos escalas espaciales (100 m² y 200 m²) y temporales (una hora y un día). Se analizó la influencia de la vegetación, pendiente, distancia a puntos de agua, y presencia de caminos mediante GLMM, así como la probabilidad de contacto en las diferentes Unidades de Gestión (UG).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los modelos mostraron resultados y tendencias similares respecto a la probabilidad de contacto entre explotaciones. En todos ellos se observó una menor probabilidad de contacto en los hábitats forestales y en los modelos con una escala temporal de Hora, siendo la probabilidad de contacto mayor en matorrales que en pastos, mientras que en los de escala Día no hubo diferencias entre estos dos. Pese a que los pastos ofrecen una mayor cantidad de alimento y son preferidos por el ganado (Varga *et al.*, 2020), las grandes extensiones de matorrales en el paisaje pueden promover su uso como alimento (Mandaluniz *et al.*, 2011). A su vez, puede que estos paisajes donde la calidad/cantidad de alimento es menor, pudieran resultar en mayores agrupamientos del ganado en “microhábitats” donde los recursos sean más atractivos. La pendiente, en cambio, solo tuvo un efecto significativo en el modelo de mayor resolución para contactos estrechos, es decir, el de Hora – 100 m², siendo mayor la probabilidad de contacto en pendientes de >30%. La probabilidad de contacto también aumentó con la cercanía a puntos de agua (buffer de 250 m de radio) (Ekwem *et al.*, 2021) y en los caminos y pistas. En cuanto a las UG, se observó la mayor probabilidad de contacto entre explotaciones en la UG de Baranbio, y la menor en la de Zuia. Ambas UG son similares respecto a la composición de la vegetación y pendiente, y aunque en Zuia hubo un mayor número de explotaciones, en Baranbio la carga ganadera fue mayor debido a su menor superficie (cinco veces más pequeña), lo que pudo impulsar una mayor interacción entre explotaciones.

CONCLUSIÓN

La integración de las características del paisaje en estos modelos es fundamental para entender la naturaleza de las zonas de mayor riesgo de contacto, pero para comprender el papel del comportamiento animal en las dinámicas de las enfermedades habría que seguir investigando e introducir más variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ekwem, D., Morrison, T.A., Reeve, R., Enright, J., Buza, J., Shirima, G., Mwachombi, J.K., Lembo, T., Hopcraft, G.C. 2021. *Sci. Rep.* 11: 16375.
- Mandaluniz, N., Aldezabal, A., Oregui, L.M. 2011. *Liv. Sci.* 138: 49-55.
- Varga, A., Demeter, L., Ulicsni, V., Öllerer, K., Biró, M., Babai, D., Molnár, Z. 2020. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 16: 51.

Agradecimientos: Agradecer a la DFB, DFA, Asociación de Desarrollo Rural Gorbeialde, todos y todas las ganaderas que nos han prestado sus datos para poder realizar el análisis de los registros GPS del ganado.

GANADERÍA DE PRECISIÓN EN VACUNO DE LECHE: MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS VACAS EN PASTOREO

Mandaluniz^{1*}, N., Elorza², J., Lopez³, E., Mintegi¹, L. y Ruiz¹, R.

¹NEIKER, Campus Agroalimentario de Arkaute, Vitoria-Gasteiz (Alava);

²ENEEK-Ekolorra, Amorebieta-Etxano (Bizkaia);

³Innogando, A Graña s/n, Abadín (Lugo)

*nmandaluniz@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La “leche de pasto” está teniendo cada vez más aceptación entre las personas consumidoras. Para ello, se suele recurrir a los datos relativos al número de días u horas que las vacas salen al pasto, recogidos en el cuaderno de explotación. Esta metodología, además de suponer un trabajo adicional, no tiene por qué coincidir con la actividad real de cada animal y no permite asegurar que los animales estén efectivamente comiendo hierba. En la actualidad, existen dispositivos diseñados para registrar la actividad de los animales de forma individual y a tiempo real, lo que permite estimar aspectos productivos, reproductivos (Yáñez *et al.*, 2023) y de su salud. Dicha información podría servir además para trazar la actividad de los animales para la certificación de la “leche de pasto”. En esta línea, el objetivo principal de este estudio fue determinar la bondad del dispositivo RUMI (www.innogando.com) para estimar la actividad de “pastar” en vacas de leche en pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la ganadería Errotik (www.errotik.biz/), que basa la alimentación de sus vacas en pastoreo y realiza venta directa de sus derivados lácteos. El estudio se llevó a cabo en abril de 2024 con 10 vacas equipadas con dispositivos RUMI (www.innogando.com/rumi/). Tras un periodo de 10 días de adaptación, la actividad real de las vacas se recogió mediante observación directa (*scan-sampling*) de cada animal individualmente, durante 9 horas consecutivas. La recogida de datos se llevó a cabo por dos observadores, entre el ordeño matutino y vespertino (08:00 y 17:00) con una frecuencia de 5 minutos. Con la información recogida se analizaron los patrones de actividad de las vacas para cada hora en pastoreo. Posteriormente se determinó la correspondencia entre las actividades observadas por *scan-sampling* y las estimadas por el dispositivo RUMI. Finalmente, se calcularon los indicadores de la bondad de ajuste (Ruuska *et al.*, 2018) del dispositivo RUMI para la estimación de la actividad de “pastar”: exactitud, precisión, especificidad, predicción negativa y tasa de error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales actividades de las vacas fueron rumiar (36,7%) y pastar/comer (33,7%), seguida de descansar (20,0%). Coincidiendo con la literatura (Arnold y Dudzinski, 1978), las vacas mostraron un pico de pastoreo durante las primeras horas de la mañana y un periodo de rumia y descanso al mediodía. Analizando las correspondencias entre la observación visual y las estimaciones de RUMI, el dispositivo estimó correctamente en un porcentaje superior al 80% las tres actividades principales de las vacas: comer, rumiar y descansar (86%, 83% y 80% de correspondencia, respectivamente). Finalmente, las estimaciones para la actividad “comer” presentaron mejores valores de exactitud (83,0%), precisión (83,3%), especificidad (95,8%), predicción negativa (82,9%) y tasa de error (17%) que los descritos por Sala (2023). En esta línea, nuevas herramientas computacionales como *deep learning* o *machine learning* están permitiendo mejorar las predicciones de los acelerómetros (Parsons *et al.*, 2024; Russel y Selvaraj, 2024).

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, el dispositivo RUMI presenta buenas métricas en los indicadores de bondad de ajuste para la actividad “pastar” de las vacas de leche en pastoreo. Debido a ello, puede ser un dispositivo digital adecuado para la certificación de “leche de pasto”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, G.W. y Dudzinski, M.L. 1978. Developments in Animal, Veterinary Sciences, 2. Elsevier, London.
- Parsons, *et al.* 2024. Open Access 24 (10): 3171.
- Russel, N.S. y Selvaraj, A. 2024. J. Vet. Behav. 74: 68-781.
- Ruuska *et al.* 2018. Proc. Conduct. 148: 56-62.
- Sala, J. 2023. TFG, Ingeniería de ciencias agrónomicas. Univ. Politécnica de Catalunya, 52 pp.
- Yáñez *et al.* 2023. XX Jornadas sobre Producción Animal de AIDA, pg. 280.

Agradecimientos: El estudio se llevó a cabo con la financiación del Programa EIT Food Accelerator Network (EIT FAN) 2023. Los autores agradecen a Kepa Agirregoiakoa de la ganadería Errotik.

INFLUENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS EN EL COMPORTAMIENTO DE BOVINOS DE LA RAZA MINHOTA EN SISTEMA EXTENSIVO

Paixão^{1,2,3*}, G., Cerqueira^{1,2,3}, J.L., Mata², F., Camiña⁴, M., Lopez Garcia⁵, H. y Araújo^{1,2,6}, J.P.

¹Escola Superior Agrária do IPVC, Portugal; ²Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agro-alimentares e Sustentabilidade (CISAS), Portugal; ³Centro de Investigação em Ciência Animal e Veterinária (CECAV) e Laboratório Associado para Ciência Animal e Veterinária (AL4AnimalS), Portugal; ⁴Dep. Fisiología. Fac. de Veterinaria. U. Santiago de Compostela, Lugo, España;

⁵INNOGANDO, Abadín (Lugo), España; ⁶Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA – IPVC, Portugal

*gustavopaixao@esa.ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías informáticas inteligentes que monitorean el comportamiento animal se ha desarrollado posibilitando su aplicación en pastos, proporcionando a los ganaderos información para una buena toma de decisiones (Tzanidakis *et al.*, 2023). El pastoreo, rumia y descanso son las actividades de comportamiento animal más estudiadas en la pecuaria de precisión (Decandia *et al.*, 2018). El objetivo del trabajo consistió en evaluar el efecto de factores climáticos y sazonales en el comportamiento de ganado vacuno de raza Minhota en pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio incluyó 20 animales de raza Minhota con collares GPS RUMI (<https://innogando.com/rumi/>), para monitorear el comportamiento 24 horas/día, desde 1 enero hasta 31 diciembre de 2024. En simultáneo, se recogieron datos climáticos de la estación meteorológica de la ESA-IPVC. Se han evaluado el efecto de la estación del año y del clima y correlaciones entre distintos parámetros (índice de temperatura y humedad (ITH), viento, radiación solar y la precipitación), datos de actividad de los animales medidas en horas por día (pastoreo, rumia, descanso, caminar y comer) y los pasos recorridos por día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas entre todos los comportamientos analizados y entre estaciones del año ($p < 0,001$). La actividad de pastoreo en primavera ha incrementado hasta alcanzar su pico en verano (6,6 horas), disminuyendo en otoño, alcanzando el mínimo en invierno (3,2 horas). Inversamente, las actividades de descanso y rumia aumentan en los meses de otoño e invierno. El número de pasos recorridos fue máximo en primavera (5972/día). Todos los comportamientos registrados fueron influenciados por el ITH y la radiación solar ($p < 0,001$). En el caso de la precipitación, solo la actividad de caminar ($p = 0,186$) y consecuentemente el número de pasos no fueron significativamente ($p = 0,120$) afectados por la lluvia. Para el viento, no se encontraron correlaciones con descansar ($p = 0,379$) y rumiar ($p = 0,933$). El descanso fue negativamente correlacionado con el ITH ($-0,60$) y radiación solar ($-0,54$), y positivamente con la precipitación ($0,22$). La rumia sigue aproximadamente el mismo estándar, siendo negativamente correlacionada con el ITH ($-0,43$) y la radiación solar ($-0,59$), y positivamente con la precipitación ($0,35$). El pastoreo, caminar y comer presentaron correlaciones positivas con el ITH ($0,46$; $0,35$ y $0,58$) y con la radiación solar ($0,50$; $0,54$ y $0,64$). La precipitación ha influido negativamente en la actividad de pastoreo ($-0,38$; $p < 0,001$), y en comer ($-0,15$; $p = 0,052$) y no significativa en caminar. El viento presentó las correlaciones más bajas de los parámetros analizados.

CONCLUSIÓN

Las condiciones climáticas están relacionadas con la actividad diaria de los bovinos mantenidos en sistemas de pastoreo extensivos, permitiendo ajustar el manejo animal en cada estación del año

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Decandia, M. *et al.* 2018. Comput. Electron. Agric. 57: 112-119. • Tzanidakis, C. *et al.* 2023. Agriculture 13(2): 288.

Agradecimientos: A Naturalminho y proyecto UIDB/05937/2020 financiado por FCT, Portugal.

ACTIVIDAD LOCOMOTORA Y RELACIONES DE PROXIMIDAD DE VACAS NODRIZAS CON SUS TERNEROS

Abecia¹*, J.A., Canto¹, F., Palacios², C., Nieto², J., Plaza², J., Pérez-García², M.E., y Torre², I.

¹IUCA, Universidad de Zaragoza; ²Área Producción Animal, Universidad de Salamanca;

³CPIFP Montearagón, Huesca

*alf@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La actigrafía utiliza acelerómetros triaxiales para estudiar la actividad locomotora (AL) de animales y humanos. Por otro lado, las interacciones entre individuos pueden estudiarse mediante sensores de proximidad. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la actividad locomotora (AL) de un grupo de vacas y sus terneros, así como sus interrelaciones, a través de acelerómetros que también actúan como sensores de proximidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 5 vacas de raza Parda de Montaña y sus correspondientes 5 terneros (6 meses de edad), alojados en un recinto de 350 m², en el que también se encontraban otras 12 vacas adultas destetadas. Vacas y terneros portaron durante 6 días un collar con un acelerómetro triaxial (46 × 33 × 15 mm; 19 g) (ActiGraph wGT3X-BT, Actigraph, EE. UU), que permite medir la AL (Vector de Magnitud, VM, cuentas/min) mediante el software Actilife. Además, estos dispositivos disponen de tecnología Bluetooth, de modo que pueden programarse tanto como emisores de su propia presencia, o como receptores de la presencia de dispositivos similares cercanos. Para calcular la distancia entre animales (m), el indicador de la intensidad de la señal de Bluetooth (RSSI) recogido por cada dispositivo es transformado mediante la siguiente fórmula: Distancia = (0,0012 × RSSI²) + (0,0936 × RSSI) + 1,9262. Se ha calculado y comparado mediante ANOVA la AL media del periodo estudiado de vacas y terneros, y su distribución a lo largo del día, así como su ritmo circadiano, a partir del cálculo del MESOR (valor medio a lo largo del periodo completo), la Amplitud (diferencia entre el MESOR y el valor máximo alcanzado por la variable durante el periodo) y la Acrofase (hora del día en que la variable estudiada alcanza su valor máximo a lo largo del ciclo). Para el cálculo de la proximidad entre vacas y terneros se consideraron distancias iguales o inferiores a 2 m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas entre vacas (60,0 ± 8,0) y terneros (51,7 ± 5,5) para la AL media, con picos de actividad a las 9 am y 13 y 19 pm. Sin embargo, las vacas presentaron una AL mayor durante el día (96,05 ± 7,99) en comparación con la noche (38,42 ± 7,48) (P<0,001), diferencia que no se detectó en los terneros (63,84 ± 7,67 vs. 44,39 ± 6,96). Tanto madres como hijos presentaron un ritmo circadiano de 24 h de duración en su AL, aunque con diferentes (P<0,05) MESOR (60,03 vs. 51,69) y amplitud (41,63 vs. 20,06), pero una acrofase similar (12:45 vs 12:14 h), para vacas y terneros, respectivamente. Las vacas mostraron un 34% de contactos de proximidad con su propio ternero y un 18% con cada uno de los otros cuatro terneros de las otras vacas (4,04 contactos/h con su ternero y 2,12 con el resto de terneros). Se observó una estrecha proximidad madre-cría durante todo el día, aunque durante determinadas horas hubo un aumento en la frecuencia de contacto. Así, alrededor de la 1, 6, 11 am, 17, 19 y 21 pm, hubo una mayor frecuencia de proximidades entre parejas vaca-ternero, siendo aproximadamente un 6% del total de ellas en cada momento. Por otro lado, la menor frecuencia de contactos se observó a las 4, 8, 12 am y 20 pm. Paralelamente al mayor número de frecuencias, los contactos más cercanos (distancias más cortas) se observaron a las 5, 11 am y 19 y 23 pm. Kour *et al.* (2021) demostraron que solo un 17% de los contactos de proximidad correspondían con amamantamiento, siendo el resto meros comportamientos de cuidados de la vaca hacia sus terneros.

CONCLUSIÓN

Los dispositivos evaluados en este trabajo se han revelado como una herramienta útil en estudios de proximidad entre madres e hijos, y para estimar su actividad locomotora diaria, que ha presentado un ritmo circadiano de 24 h de duración en ambos tipos de animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kour, H., Patison, K.P., Corbet, N.J., Swain, D.L. 2021. Appl. Anim. Behav. Sci. 240: 105349.

Agradecimientos: Financiado por el IUCA y el Gobierno de Aragón. Los autores agradecen a los estudiantes del CPIFP Montearagón por su valioso trabajo.

RELACIONES ENTRE VARIOS ÍNDICES DE VEGETACIÓN OBTENIDOS POR DRON Y LA CALIDAD NUTRITIVA DE PASTOS HERBÁCEOS Y ARBUSTIVOS

Celaya^{1*}, R., Menéndez-Miranda¹, M., Tarragona², C., Díaz Muras³, R.,
García¹, U. y González Díaz⁴, J.A.

¹Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Ctra. AS-267 pk 19, 33300 Villaviciosa, Asturias; ²SpectralGeo, C/ Capitán Gallarza 11, 26001 Logroño; ³Esdronia, La Llamosa 26, 33403 Avilés, Asturias; ⁴Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC RuralTech), Bárcena 51, 33314 Peón, Villaviciosa, Asturias
*rafael.celayaaguirre@asturias.org

INTRODUCCIÓN

En la ganadería de precisión en extensivo, además de la sensórica aplicada a los animales, adquiere gran importancia la monitorización de los pastos por teledetección para adoptar manejos apropiados en cuanto a pastoreo, fertilización, siega, etc. (Aquilani *et al.* 2022). En este trabajo examinamos las relaciones entre distintos índices de vegetación (IV) obtenidos a partir de imágenes multiespectrales tomadas por dron, y varios parámetros de calidad del pasto (herbáceo o arbustivo) en distintas épocas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la finca 'El Carbayal' del SERIDA (800-1000 m.s.n.m., Illano, Asturias), se realizaron vuelos de dron equipado con cámara multiespectral en primavera, verano y otoño de 2022 y 2023, escaneando ocho parcelas de 15-25 ha con prados y matorrales de brezal-tojal bajo distintos manejos de pastoreo. Se obtuvieron los índices NDVI (Índice de Vegetación Diferencial Normalizada), NDRE (Diferencia Normalizada de Borde Rojo), NDWI (Índice de Agua de Diferencia Normalizada) y TCARI/OSAVI (Índice de absorción de clorofila transformada/Índice ajustado optimizado del suelo) (Lussem *et al.* 2019) para tres áreas de 5 m de radio por tipo de pasto (TP) en cada parcela. En muestras vegetales recogidas en las mismas áreas y fechas próximas se analizaron los contenidos en cenizas, proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente libre de cenizas (FAD_{ic}), y la digestibilidad enzimática de la materia orgánica (DMO). Además de ANOVAs de medidas repetidas para examinar los efectos de TP, época, año y sus interacciones sobre todos los parámetros estudiados, se realizaron correlaciones lineales y regresiones entre los IV y las variables de calidad ($N_{\text{tot}} = 288$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos en cenizas y PB fueron mayores y los de FAD_{ic} menores en prados que en matorrales, sin que hubiera diferencias en FND. La DMO mostró una reducción más pronunciada de verano a otoño en matorral. Las diferencias entre los TP fueron menos acusadas para los IV, si bien se dan interacciones significativas entre TP y época en todos ellos.

En general, el NDVI presentó las correlaciones más estrechas con los parámetros de calidad (positivas con cenizas, PB y DMO, negativas con FND y FAD_{ic}), aunque para la PB se obtuvieron coeficientes algo mayores con NDRE. Las correlaciones fueron menores con TCARI/OSAVI. Desglosando por tipo de pasto ($N = 144$), las correlaciones mejoraron para el prado (r medio en valores absolutos = 0,48), pero empeoraron para el matorral (r medio = 0,21). El desglose por épocas ($N = 96$) no incrementó el grado de correlación. En prado, las correlaciones mejoraron de primavera a otoño (r medio de 0,31 a 0,48, $N = 48$), mientras que no hubo diferencias entre épocas en matorral. La máxima correlación se dio en prado en otoño entre NDVI y FND ($r = -0,70$).

Las regresiones curvilíneas en general no mejoraron los ajustes respecto a las lineales simples. Las multivariantes (combinando varios predictores, incluyendo los factores TP y época) aumentaron el poder explicativo de las variables de calidad, siendo las mejores las siguientes para: cenizas, con los cuatro IV + TP + época ($R^2 = 0,63$); PB, NDWI + NDRE + TCARI + TP ($R^2 = 0,61$); FND, NDVI + NDRE + época ($R^2 = 0,32$), FAD_{ic}, NDVI + TCARI + TP ($R^2 = 0,72$); y DMO, NDVI + TCARI + época ($R^2 = 0,45$).

CONCLUSIÓN

Los IV obtenidos de imágenes de dron se relacionan con la calidad del pasto (sobre todo con PB y DMO), siendo mayores las correlaciones en prado que en matorral. La época incrementa el poder explicativo en el caso de los contenidos en cenizas y FND y la DMO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Aquilani *et al.* 2022. *Animal* 16: 100429. • Lussem *et al.* 2019. *J. Appl. Remote Sens.* 13: 034525.

Agradecimientos: Proyecto MEATGIT financiado por AEI (PID2020-120601RR-I00). R. Celaya y M. Menéndez forman parte del grupo NySA (Gob. Asturias-SEKUENS IDE/2024/000764, FEDER).

VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA DE CORDEROS DURANTE UN TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN BASAL DE CORTISOL

Abecia^{1*}, J.A., Manenti², I., Viola², I., Canto, F¹., Accornero², P., Toschi², P. y Miretti², S.

¹IUCA, Universidad de Zaragoza;

²Depto. Ciencias Veterinarias, Universidad de Turín

*alf@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es una técnica no invasiva para evaluar los niveles de estrés que afectan el bienestar animal (Kitajima *et al.*, 2021). Los biólogos subcutáneos son particularmente útiles ya que permiten el estudio de la VFC en entornos naturales sin afectar el comportamiento del animal. Además, se pueden integrar con otros sensores fisiológicos (temperatura, acelerómetros) para proporcionar una visión holística de la salud del animal, mejorando la comprensión de las interacciones fisiológicas. El objetivo de este trabajo fue medir la VFC durante un transporte de corderos, y relacionarlo con los niveles endógenos de cortisol de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Catorce corderos (94 ± 2 d; 24 ± 2 kg) fueron implantados con un biollogger subcutáneo (8,3 x 25,4 mm; 3,3 g; DST micro-HRT, Star Oddi, Islandia) para monitorizar su temperatura corporal y FC a intervalos de 1 min. Los animales se transportaron 73 km, a una velocidad media de 68 km/h, en la parte central del piso inferior de un camión de dos ejes. La caja del camión (5 x 2,25 x 2,20 m) permitía 0,32 m² por cordero. Se tomaron muestras de saliva para la determinación de cortisol 24 y 4 h antes del transporte y 1 h después. Los animales portaban un collar con un acelerómetro triaxial (ActiGraph wGT3X-BT, Actigraph, EEUU) para monitorizar la actividad locomotora antes y durante el transporte (ActiLife software). Para calcular la VFC se utilizó el software Star-Oddi HRT Analyzer, que proporciona tanto la FC (bpm) como su variabilidad, a través de la desviación estándar de los intervalos R-R (NN) normales (SDNN) y la media cuadrática de las diferencias sucesivas entre pulsaciones normales (RMSSD) (ms). Los corderos se dividieron en dos grupos (n=7), a partir de sus concentraciones medias basales de cortisol (encima o debajo de la media), calculadas de las muestras tomadas antes del transporte. Se calcularon y compararon los valores (media $\pm$ error estándar) de FC y VFC 1 h antes, durante y 1 h tras el transporte mediante ANOVA y la prueba t-Student para muestras relacionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias entre HR antes (124 ± 3), durante (119 ± 4) y tras el transporte (123 ± 4). Los corderos mostraron un aumento ($P < 0,01$) en su VFC durante el transporte, comparado con los valores antes y después (SDNN: 17 ± 4 , 40 ± 8 , 21 ± 7 ; RMSSD: 20 ± 5 , 50 ± 11 , 26 ± 9 , para antes, durante y después del transporte, respectivamente). Sin embargo, este aumento de la VFC fue superior ($P < 0,01$) en los animales con bajo de cortisol basal (SDNN: 20 ± 6 , 56 ± 14 , 31 ± 12 vs. 14 ± 4 , 23 ± 4 , 12 ± 2 ; RMSSD: 24 ± 7 , 72 ± 18 , 39 ± 16 vs. 17 ± 6 , 27 ± 6 , 14 ± 3 , para los grupos de cortisol bajo y alto, respectivamente). No se observaron diferencias entre los grupos de corderos para las temperaturas, ni en los niveles de cortisol tras el transporte. Los acelerómetros mostraron menor ($P < 0,001$) actividad locomotora en corderos de bajo cortisol, tanto antes como durante el transporte, y en ambos grupos menor antes del transporte (bajo: 71 ± 3 ; alto: 101 ± 3) que durante éste (bajo: 119 ± 3 ; alto: 137 ± 3 cuentas/min). Una mayor VFC ante un estresor, en el grupo de animales con un perfil bajo de cortisol basal, indicaría que mejor adaptación a la situación estresante (Von Borell *et al.*, 2007). La menor VFC durante el transporte en animales de alto cortisol indicaría una peor preparación para afrontar una situación estresante, asociado además con un mayor nivel de actividad locomotora fuera y dentro del camión.

CONCLUSIÓN

Los corderos con un nivel bajo de cortisol endógeno basal manifestaron una mayor VFC durante un transporte, demostrando una mejor adaptación para afrontar un estresor. La medición de la VFC a través de biólogos subcutáneos ha demostrado ser una herramienta útil en estudios de bienestar animal, cuando la propia frecuencia cardíaca, la temperatura o el nivel de cortisol no experimentaron cambios durante o tras un transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kitajima *et al.* 2021. Front. Vet. Sci. 8.
- von Borell *et al.* 2007. Physiol. Behav. 22: 293-316.

Agradecimientos: Financiado por el IUCA y el Gobierno de Aragón. F Canto ha sido financiado por el Programa/Doctorado Becas Chile/2020 – 72210031.

VALIDACIÓN DE UN COLLAR ACELERÓMETRO PARA MONITORIZAR EL COMPORTAMIENTO DE RUMIA EN TERNEROS ANGUS DE CEBO INTENSIVO

Roda¹*, M., Verdú², M., Siurana¹, A., Soldevila², X., Salas³, H. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI BA), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona;

²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida;

³GEA Farm Technologies, Ibérica S.L., Granollers, Barcelona

*maria.roda@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnologías de ganadería de precisión pretende resolver diversos desafíos en la industria del ternero de engorde intensivo. Entre las herramientas más accesibles en el mercado, se encuentran los acelerómetros, que permiten parametrizar de manera continua diferentes comportamientos. El análisis de los registros de estos sensores podría llegar a ser clave para la detección temprana de patologías (Belaïd *et al.*, 2019) o la identificación de desviaciones en el rendimiento productivo esperado (Marchesini *et al.*, 2018). Sin embargo, para garantizar la obtención de datos confiables y precisos, es necesario realizar validaciones específicas para el tipo de ganado y condiciones de producción en el que se implementarán. El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión y exactitud con la que un acelerómetro, incorporado a un collar, cuantificaba el tiempo dedicado al comportamiento de rumia en terneros de cebo intensivo alimentados con pienso y paja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 68 terneros machos cruzados (Black Angus x Frisona), con un peso vivo (PV) de $259 \pm 31,3$ kg y una edad de $192 \pm 16,4$ días, fueron alojados en 4 corrales y equipados con acelerómetros triaxiales incorporados a un collar (CowScout Neck, GEA Farm Technologies, Bönen, Germany). CowScout Neck clasifica los comportamientos de alimentación, rumia e inactividad con una resolución temporal de un minuto. Se seleccionaron 16 terneros (4 por corral), como muestra del estudio, para registrar los comportamientos cada 15 días durante 6 meses de engorde. Cada día se realizó una observación visual de 60 minutos por corral, dentro de la franja horaria de 12:00 a 17:00. Un único observador anotó la hora de inicio y cada minuto registró simultáneamente los comportamientos de los 4 terneros del mismo corral mediante un etograma (Bikker *et al.*, 2014). Posteriormente, se calculó el tiempo dedicado a la rumia durante cada observación (14 periodos/ternero). Estos datos se compararon con las mediciones de la tecnología correspondiente obtenidas durante el mismo período de observación siguiendo el modelo propuesto por Borchers *et al.* (2021). Para determinar la relación entre las observaciones visuales y los comportamientos registrados por la tecnología, se utilizaron el coeficiente de correlación de Pearson (r), el coeficiente de correlación de concordancia (CCC) y los gráficos de Bland-Altman, usando el programa estadístico R (epiR package; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que los acelerómetros registraron ($p < 0,05$) un menor tiempo de rumia ($14,51 \pm 14,32$ min/hora) en comparación con los tiempos registrados mediante la observación visual ($15,88 \pm 14,71$ min/hora). El coeficiente de correlación de Pearson para la rumia fue 0,94 a lo largo de los 14 periodos ($p < 0,01$). Sin embargo, este coeficiente mejoró ($p < 0,01$) cuando los animales alcanzaron un peso vivo de 400 kg (0,98 en el séptimo periodo). El CCC de la rumia fue alto (0,94; Intervalo de confianza del 95%: 0,92 a 0,95) y el gráfico de Bland-Altman mostró que el sesgo era mínimo.

CONCLUSIÓN

El acelerómetro colocado en un collar se presenta como un sistema de monitoreo fiable para el registro del tiempo dedicado a la rumia, mejorando su precisión en animales con pesos superiores a los 400 kg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belaïd, M.A. *et al.* 2019. *Animals* 9(11): 924 • Bikker, J.O. *et al.* 2014. *J. Dairy Sci.* 97(5): 2974-2979 • Marchesini, G. *et al.* 2018. *Vet. J.* 231: 41-47 • Borchers, M.R. *et al.* 2021. *Animal* 15(1): 100008.

Agradecimientos: Los autores agradecen al ganadero, Josep M.^a, así como la financiación del proyecto por el MCIN y el Fondo FEDER (SMARTBEEF PID2021-126987OB-I00).

VALIDACIÓN DE COMEDEROS DE CONCENTRADO AUTOMÁTICOS EN TERNEROS DE CEBO EN INTENSIVO

Siurana¹*, A., Roda¹, M., Mases², M., Verdú², M., Soldevila², X. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI^{BA}), Departament de Ciència Animal y dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona;

²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida

*adriana.siurana@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La validación de tecnologías de precisión para la ganadería es crucial para obtener datos exactos y precisos que permitan optimizar la producción y el bienestar animal. En este contexto, la monitorización tanto de patrones de consumo como de la ingesta de alimento proporcionan información esencial para la identificación temprana de enfermedades (Wolfger *et al.*, 2015) y la mejora de la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de producción intensivos (Oliveira *et al.*, 2018). Este estudio se basó en la validación de comederos de pienso automáticos individualizados diseñados para registrar de manera continua y precisa el comportamiento alimentario en el cebo intensivo de terneros Angus.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 68 terneros cruzados (Black Angus x Frisona), con un peso vivo de $153 \pm 29,9$ kg y una edad inicial de $130 \pm 16,4$ días, fueron alojados en 4 corrales (15-19 animales/corral) durante 260 días de estudio. Cada uno de los corrales disponía de un comedero de pienso automático individualizado tipo túnel (bonÀrea Agrupa, Guissona, Lleida, España), el cual estaba compuesto por una única tolva suspendida sobre una báscula y equipada con protecciones laterales que formaban un túnel. A cada animal se le incorporó un crotal electrónico en la oreja derecha con un transpondedor RFID (Eartrace, Dipole, Barcelona, España), que a través de una antena con tecnología de radiofrecuencia instalada en el comedero (ANY800, Promag, Europe, Watchfield, Gran Bretaña), detectaba cada visita de los animales. El comedero realizaba un registro continuo e individualizado de la duración de las comidas y la desaparición de alimento. Para realizar la validación, cada 14 días durante todo el estudio, un único observador registró visualmente las visitas realizadas a dos comederos durante 120 minutos simultáneamente. En cada visita se anotó el número de identificación del ternero, la hora inicial y final de la visita, y la desaparición de alimento mostrado a través de un visor. Se obtuvieron un total de 509 registros con los que se calculó el tamaño y la duración de cada comida. Estos datos fueron comparados con los registrados por la tecnología mediante el coeficiente de determinación (r^2) y el coeficiente de correlación de concordancia (CCC) usando el programa estadístico R (epiR package; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Asimismo, para evaluar la precisión y exactitud del sistema de registro automático se calculó la sensibilidad y especificidad según DeVries *et al.* (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración y el tamaño de las comidas registrado por los comederos computarizados ($4,2 \pm 3,03$ min/visita y $729 \pm 512,2$ g/visita, respectivamente) fueron similares ($P > 0,10$) al registrado mediante observación visual ($4,4 \pm 3,07$ min/visita y $712 \pm 477,3$ g/visita, respectivamente). Tanto para el tiempo de duración de las comidas como para el tamaño de las comidas se observaron r^2 elevados (0,92 y 0,89, respectivamente). Los CCC de los cuatro comederos para la duración de la visita se encontraron entre 0,90 y 0,99, y para el tamaño de las comidas entre 0,88 y 0,95. La sensibilidad (de 94 a 98%) y especificidad (de 93 a 99%) de los cuatro comederos fueron elevadas.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio de validación demuestran que los comederos automáticos individualizados son una herramienta adecuada y fiable para monitorizar individualmente el comportamiento alimentario y registrar el consumo de pienso del ganado en sistemas de cebo en intensivo de terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DeVries, T.J. *et al.* 2003. J. Dairy Sci. 86(11): 3571-3574.
- Wolfger, B. *et al.* 2015. J. Anim Sci. 93(1): 377-385.
- Oliveira Jr, B.R. *et al.* 2018. Animal. 12(3): 634-639.

Agradecimientos: Los autores agradecen al ganadero, Josep M^a, así como la financiación del proyecto por el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Fondo FEDER (SMARTBEEF PID2021-126987OB-I00).

VALIDACIÓN DE BÁSCULAS AUTOMÁTICAS PARA MONITORIZAR EL CRECIMIENTO DE TERNEROS DE ENGORDE INTENSIVO

Siurana^{1*}, A., Roda¹, M., Verdú², M., Soldevila², X., Cea³, D., Pinedo³ F. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNI^{BA}), Departament de Ciència Animal y dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra; ²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, Lleida; ³Digitanimal, 28830 San Fernando de Henares, Madrid
*adriana.siurana@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El uso de nuevas tecnologías de precisión en la ganadería está en pleno crecimiento debido a su potencial como herramientas para supervisar individualmente a los animales y mejorar su manejo. Sin embargo, en el sector del cebo de terneros, su implementación en granjas comerciales es prácticamente inexistente. Un sistema de pesaje automático podría ayudar al ganadero a seguir el crecimiento diario e individualizado de los terneros con el objetivo de detectar desviaciones en su curva de crecimiento estándar. Este tipo de básculas han sido validadas en vaca de leche (Cantor *et al.*, 2020) y terneros de engorde en extensivo (Segerkvist *et al.*, 2020), pero no en intensivo. El objetivo de este estudio fue validar un sistema de pesaje automático en terneros Angus de engorde intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una granja comercial (Talavera, Lleida), se equiparon 4 corrales con básculas automáticas (Digitanimal, Madrid, España) asociadas al bebedero. Las básculas se calibraron con pesas certificadas al inicio del periodo experimental, y cada quince días se limpiaban y taraban. Las básculas estaban equipadas con antenas que empleaban tecnología de radiofrecuencia para identificar individualmente a los animales mediante crotales electrónicos situados en la oreja derecha (Dipole, Barcelona, España). Se registraron los pesos individualizados de 68 terneros machos cruzados (Black Angus x Frisona), con un peso vivo de $403 \pm 40,1$ kg y $276 \pm 16,5$ días de edad al inicio del periodo experimental, durante 113 días. Cada 15 días (9 períodos) se realizaron pesajes individuales de los animales mediante una báscula electrónica convencional con visor, instalada en una manga de manejo que se verificaba con pesas certificadas (100 kg) al inicio del día de pesaje, como método *gold standard*. Los valores obtenidos en estos pesajes se utilizaron para validar los registros de las básculas automáticas del mismo día. Para determinar la asociación entre los pesajes realizados en la báscula electrónica convencional y las básculas automáticas se analizaron el coeficiente de regresión de Pearson (r), el coeficiente de correlación de concordancia (CCC) y gráficos de Bland-Altman (epiR package; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El coeficiente de regresión para las cuatro básculas automáticas fue elevado, situándose entre 0,94 y 0,98 ($p < 0,01$). El CCC para cada una de las básculas fue de 0,76, 0,98, 0,91 y 0,36, de la 1 a la 4, respectivamente. El CCC de las básculas 2 y 3 indican una relación fuerte entre los pesos registrados por la báscula electrónica convencional y las básculas automáticas; en cambio, en la báscula 1 la relación fue moderada y en la báscula 4 se observó una relación débil, teniendo en cuenta que la diferencia media entre los registros fue de 112 kg (92,9 a 123,9 kg) debido a un posible error en la calibración inicial. Finalmente, los gráficos de Bland-Altman mostraron un sesgo de 43; -1,16; 22 y 113 kg para las básculas 1 a la 4, respectivamente. Excepto en la báscula 2, todas las básculas presentan un sesgo sistemático al alejarse de 0, indicando que tienden a sobrestimar el peso de los animales.

CONCLUSIÓN

Las básculas automáticas utilizadas en este estudio mostraron resultados prometedores para ser considerados un sistema preciso para monitorizar el peso vivo de terneros de engorde en sistemas intensivos. Sin embargo, es fundamental manejarlas adecuadamente y realizar un seguimiento periódico de los datos para detectar y corregir posibles desviaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cantor, M.C., Pertuisel, C.H., Costa, J.H.C. 2020. J. Dairy Sci. 103(2): 1914-1919
- Segerkvist, K.A., Höglund, J., Österlund, H., Wik, C., Höglberg, N., Hessel, A. 2020. Livest. Sci. 240.

Agradecimientos: Los autores agradecen al ganadero, Josep M^a, así como la financiación del proyecto por el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Fondo FEDER (SMARTBEEF PID2021-126987OB-I00).

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN ACELERÓMETRO TRIAXIAL PARA EL MONITOREO DE COMPORTAMIENTO EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

Fajardo¹*, B., Méndez¹, D.A., Villagrà², A., Calvet¹, S. y Estellés¹, F.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022, Valencia; ²Centro de Investigación y Tecnología Animal- Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Polígono La Esperanza 100, 12400 Segorbe, España
*blafavi@upv.es

INTRODUCCIÓN

El uso de acelerómetros se ha consolidado como una herramienta eficaz para monitorear la actividad animal. Estos sensores permiten registrar y analizar comportamientos como la alimentación, la rumia, el desplazamiento y el descanso, proporcionando información clave sobre el estado de salud y bienestar del ganado. Sin embargo, la aplicabilidad de estas tecnologías al ganado caprino plantea retos específicos, ya que los modelos desarrollados para otras especies, como el ganado bovino, no son directamente transferibles debido a diferencias en los patrones de señal registrados por los acelerómetros y la velocidad de los movimientos en ambas especies. El presente estudio consistió en la validación de un acelerómetro triaxial integrado en un collar para monitorizar el comportamiento de cabras Murciano-Granadinas en condiciones de cría intensiva. Este enfoque busca optimizar la gestión individual de los animales, facilitando la toma de decisiones basadas en datos precisos y en tiempo real.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja experimental con un grupo de ocho cabras Murciano-Granadinas en estado no productivo, alojadas en estabulación completa. Cada animal fue equipado con un collar que integraba un acelerómetro triaxial de la empresa Digitanimal, S.L. capaz de registrar datos de aceleración gravitacional en los ejes X, Y, Z con una precisión de 0,008 G y a una frecuencia de 10 Hz. Durante dos meses, las cabras fueron observadas diariamente mediante cámaras de video entre las 10:00 am y las 16:00 pm, resultando en 115 horas de observación en total. Los comportamientos observados fueron: comer, tumbarse, desplazarse e inactividad, y se etiquetaron manualmente con el software Boris (Friard y Gamba, 2016). Los datos registrados por los acelerómetros se sincronizaron con las etiquetas generadas en Boris, formando una base de datos para el desarrollo de un algoritmo predictivo. Una vez desarrollado el algoritmo de perceptrón multicapa se incorporó en los acelerómetros y se repitió el proceso de observación y etiquetado. De esta forma, se validó el algoritmo etiquetando 2 horas de actividad de 4 animales distintos, resultando en un total de 8 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La capacidad predictiva del algoritmo ha resultado en una alta robustez, detectando con elevada precisión comportamientos como "tumbada" (96,6%) y "comiendo" (78,6%). Sin embargo, se observa una mayor confusión en comportamientos como "desplazándose" (31,6%), inactiva (11,8%) y las actividades etiquetadas como "otros" (49,9%). En el caso de "otros", debido al solapamiento con otras categorías o movimientos erráticos hubo una cantidad significativa de falsos positivos y negativos. El comportamiento "inactiva" se clasificó con cierta confusión, seguramente debido a las similitudes en los patrones de aceleración para comportamientos estáticos como tumbada.

CONCLUSIÓN

Estos resultados validan el potencial de los acelerómetros para recopilar datos que contribuyen al análisis del bienestar y la salud animal. La integración de estas tecnologías en la gestión ganadera representa un paso significativo hacia la ganadería de precisión, ofreciendo herramientas para una toma de decisiones basada en datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Friard, O. y Gamba, M. 2016. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods Ecol. Evol.* 7: 1325-1330.

Agradecimientos: Proyecto "TED-Farm", TED2021-130759B-C31 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR.

EL USO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PESAJE Y SELECCIÓN PARA EL MANEJO DE GRANJAS DE OVINO Y CAPRINO LECHERO

Caja¹*, G., Elhadi¹, A., Costa², R. y Salama¹, A.A.K.

¹Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra (Barcelona);

²Servicio de Granjas y Campos Experimentales de la UAB, 08193 Bellaterra (Barcelona)

*gerardo.caja@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La valoración del bienestar en condiciones de granja necesita la individualización de los animales. En este sentido, en la UE (desde 2010) y en España (desde 2006), los ovinos y caprinos disponen de identificación electrónica individual (e-ID) que es una oportunidad única para la implementación de ganadería de precisión y para el desarrollo de sistemas automáticos de control de producciones y monitorización de su bienestar. El peso vivo es un indicador objetivo que ha sido priorizado en los estudios de bienestar de ovino y caprino lechero en el proyecto TechCare (www.techcare-project.eu) del programa H2020 de la UE (Caja *et al.*, 2021; 2022). Con esta finalidad se planteó evaluar el funcionamiento de un sistema automático de pesaje y selección de ovejas y cabras lecheras y aplicarlo a la gestión de la producción y el bienestar en condiciones de granja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó el rebaño de la granja experimental de la UAB, compuesto por 140 ovejas lecheras de razas Manchega (n = 35) y Lacauine (n = 115) y 40 cabras de raza Murciano-Granadina. El rebaño dispuso de e-ID mediante bolos de baja frecuencia. Los animales pastaron juntos 6 h/d y se alojaron separadamente, recibiendo una ración total mezclada *ad libitum*. El pesaje (PV, kg) se realizó semanalmente, desde el parto al secado, durante 2 años después del ordeño de la mañana y antes de salir al pasto. Se utilizó una báscula automática de separación a 2-vías (Prattley-Datamars Autodrafter 2-way), con un indicador ID5000 y un lector de baja frecuencia XRP2 (Tru-Test Datamars). El dispositivo utilizó Bluetooth para la interconexión de equipos y los datos se transmitieron a la nube mediante wi-fi. Su acceso se realizó mediante la plataforma Datamars Livestock. Al final de cada pesado se revisó la variación individual de peso en los cuartiles inferior y superior y, en las ovejas, se relacionó con la condición corporal (CC) según Russell *et al.* (1969).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales se adaptaron con facilidad al dispositivo de pesaje con mínima intervención humana, obteniendo un rendimiento superior a 200 animales/h a partir de la 5ª sesión y estabilizándose a partir de la 10ª con un valor de medio de 320 ± 13 ovejas/h y 283 ± 14 cabras/h ($P < 0,01$). El tiempo medio por animal correspondió a $11,3 \pm 0,6$ s y $12,7 \pm 0,8$ s en ovejas y cabras ($P < 0,05$), respectivamente. El mayor problema observado fue la entrada ocasional de dos cabras simultáneamente en la báscula, lo que requirió intervención humana y la consiguiente anulación del dato obtenido. El proceso de aprendizaje siguió una función cuadrática. El máximo rendimiento observado fue de 400 ovejas/h. Los valores de PV medio obtenidos correspondieron a $79,9 \pm 0,6$ kg y $48,6 \pm 0,4$ kg ($P < 0,001$), para ovejas y cabras, respectivamente. Estos valores en las ovejas se correlacionaron moderadamente con los de la condición corporal ($CC = 3,33 \pm 0,03$) medida en la misma semana ($R^2 = 0,32$; $P < 0,05$), lo que puede ser de utilidad para su realizar su predicción ($CC = 0,026 \cdot PV + 1,18$) y para interpretar el estado de engrasamiento de las ovejas junto a la ganancia de peso.

CONCLUSIÓN

El uso de la báscula automática semanalmente, unido a la rápida transferencia y tratamiento automático de datos, permitió adaptar la ración al estado de reservas corporales, sin perjudicar la producción de leche y detectar problemas de bienestar a nivel individual y se propone su utilización como un sistema de alarma temprana en ganadería de precisión y en condiciones de granja para cabras y ovejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja, G., Elhadi, A., Riaguas, L., Fantova, E., González, R., Such, X., Salama, A.A.K., Milán, M.J., Molano, V. 2021. Tierras Caprino 35: 60-66.
- Caja, G., Elhadi, A., Riaguas, L., Fantova, E., González, R., Such, X., Salama, A.A.K., Milán, M.J., Molano, V. 2022. Tierras Ovino 37: 74-80.
- Russell, A.J., Doney, J.M., Gunn, R.G. 1969. J. Agric. Sci. Camb. 72: 451-454.

Agradecimientos: Proyecto TechCare (Programa H2020 de la Unión Europea; Contrato 862050).

VALIDACIÓN DE UN SISTEMA DE SMARTFEEDERS PARA MONITORIZAR EL PATRÓN DE INGESTA EN CABRAS DE RECRÍA TRAS EL DESTETE

Gómez^{1*}, A., Yáñez-Ruiz¹, D.R., Rivelli¹, I., Blanch-Saborit², M. y Romero-Huelva¹, M.

¹Dpto. Nutrición y Producción Animal Sostenible, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada;

²Lucta S.A., División de Innovación, Bellaterra (Barcelona)

*aharon.gomez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Durante la vida de un rumiante existen distintas etapas y situaciones en las que la ingesta diaria de materia seca (IMS) puede verse comprometida como la fase de transición de alimentación líquida a sólida, con caídas de la ingesta de hasta un 25% (Grummer *et al.*, 2004. La IMS varía según la raza, edad y estado fisiológico del animal, dependiendo de las necesidades nutricionales, experiencias previas con el alimento y condiciones ambientales (Rapisarda *et al.*, 2012). La mayoría de los estudios con registros de la IMS, pesan el alimento ofrecido y el rehuso, lo cual no proporciona información clara sobre el patrón de ingesta diario. Existen sistemas comerciales para monitorizar el patrón de consumo individual, pero son costosos y pueden no ajustarse a las necesidades de determinados ensayos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un sistema de SmartFeeders (SFs) capaces de monitorizar patrón de consumo en chivas de recría después del destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó y validó un set de 4 SFs para monitorizar el patrón de consumo en chivas de recría. Tenían una estructura rectangular de 2,0 x 0,8 x 1,4 m (largo x ancho x alto), dividida en 4 partes: *i*) un túnel de acceso (regulable en altura y anchura), *ii*) zona de identificación y detección (con un lector de crotal electrónico, y un sensor de masa), *iii*) puerta de entrada y *iv*) zona de alimentación con una balanza de precisión y una tolva dosificadora de pienso. El equipo se programa desde una consola en la que se registra la siguiente información en formato "csv": *i*) identificación del animal, *ii*) hora de la visita e *iii*) ingesta durante la visita. Cada animal se identificó con un crotal electrónico previamente registrado en la consola. Para evitar el acceso simultáneo de varios animales a la zona de alimentación, se diseñó una "máscara" de PVC triangular situada justo detrás de la puerta de entrada. La validación de los SFs requirió previamente la calibración y ajuste de: *i*) el sensor de masa y la balanza electrónica, *ii*) el sistema de dosificación de pienso, *iii*) el túnel de acceso, y *iv*) la "máscara" de PVC. La validación consistió en: 1.- la comprobación de la coincidencia entre los datos registrados y las observaciones realizadas durante inspecciones visuales de cada SF; 2. un análisis comparativo entre los aportes y rehúsos diarios, y los datos obtenidos del SF una vez depurados. Los criterios para depurar los datos fueron la eliminación de datos de ingesta: *i*) duplicados por animal; *ii*) negativos y *iii*) excesivamente altos (> 0,079 kg). Este análisis comparativo se llevó a cabo en 2 periodos de 7 días cada uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La verificación de datos y observaciones visuales de cada SF mostró una coincidencia del 100%. Durante el Periodo 1, se observó un mayor número de registros brutos diarios en el corral 3 (575 ± 40,1 datos) que en el resto de los corrales (171 ± 40,1 datos), debido a problemas de calibración y falta de estabilidad. La corrección de estas anomalías redujo los registros brutos en el Periodo 2 (90,9 ± 4,64). Los datos depurados mostraron diferencias significativas ($P < 0,001$) entre los periodos 1 y 2, con reducciones del 68,7% y 28,5% respecto a los datos brutos (85,0 ± 6,96 y 32,6 ± 3,59 datos depurados, respectivamente). El margen de error de los SFs se redujo de 0,217 kg a 0,048 kg por animal gracias a una mayor estabilidad del equipo.

CONCLUSIÓN

La puesta a punto y validación de los SFs en cabras de recría permite monitorizar el patrón de consumo con un margen de error de 0,048 kg por animal. Comprender las pautas de ingesta podría optimizar el desarrollo de estrategias nutricionales más eficientes en el sector caprino, además de proporcionar una mayor comprensión de los mecanismos de acción al emplear aditivos alimentarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Grummer *et al.* 2004. Vet. Clin. 20(3): 447-470. • Rapisarda *et al.* 2012. Small Rumin. Res. 103(2-3): 120-132.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por Lucta, S.A. Agradecemos al personal de Alfa Laval por su asistencia y compromiso a lo largo de la duración del ensayo.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALGORITMOS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMPORTAMIENTO EN CABRAS

Méndez, D.A., Fajardo, B., Gil, E., Calvet, S. y Costantino*, A.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, València

*acostan@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

El monitoreo continuo del comportamiento animal es esencial para optimizar la gestión de las explotaciones ganaderas. Entre las Tecnologías de Ganadería de Precisión, la visión artificial permite el monitoreo continuo del comportamiento animal con una intervención mínima de observadores humanos, como previamente se ha demostrado en aplicaciones en bovinos (Han *et al.*, 2023) y porcinos (Nasirahmadi *et al.*, 2017). Sin embargo, la aplicación de esta tecnología en la cría de pequeños rumiantes sigue siendo limitada. En este trabajo, se ha desarrollado un modelo de visión artificial para clasificar patrones de comportamiento de cabras a partir de diferentes algoritmos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este propósito, se instaló en posición cenital una cámara RGB para grabar videos de un corral que alojaba ocho cabras de la raza Murciano-Granadina. El conjunto de datos cuenta con 1,247 imágenes RGB (resolución de 2,048 x 1,536 pixels) y 9,976 instancias (cabras). Dichas instancias se dividieron en tres diferentes subconjuntos para entrenar (70% de las instancias totales), validar (20%) y testar (10%) el modelo. El conjunto de datos completo se etiquetó manualmente usando un cuadro delimitador alrededor de cada cabra considerando como patrones de comportamiento "comiendo", "de pie", "bebiendo" y "tumbada". Posteriormente, se aplicó una ampliación de datos mediante una amplia variedad de técnicas, como volteo horizontal y vertical para mejorar la robustez del modelo. Se entrenaron, validaron y testaron diferentes modelos de visión artificial basados en redes neuronales convolucionales (como YOLO, ConvNeXt y Libra) y se evaluaron usando como métrica principal la *mean Average Precision* (*mAP*), evaluada considerando una Intersección sobre Unión de 0,5; es decir, un solape del 50% entre el cuadro delimitador definido por el modelo y el cuadro delimitador correspondiente a la cabra real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La familia de modelos YOLO se ha caracterizado por las mejores prestaciones. Específicamente, YOLOvX (Ge *et al.*, 2021) ha destacado entre los otros algoritmos analizados ya a partir de 70 ciclos de entrenamiento. El modelo basado en este algoritmo ha provisionado una *mAP* de 0,96 y una velocidad de procesamiento de más de 50 imágenes por segundo, permitiendo la identificación de comportamiento en tiempo real. En general, todos los algoritmos tuvieron más complicaciones en identificar el comportamiento "bebiendo" en las cabras. Esto es debido a un desbalance en el conjunto de datos y a problemáticas relacionadas con la distorsión ojo de pez de la imagen.

CONCLUSIÓN

El modelo desarrollado usando YOLOvX es prometedor para la detección en tiempo real del comportamiento de cabras. El modelo puede ser mejorado compensando el desbalance del dataset en la clase "bebiendo" y corrigiendo la distorsión ojo de pez. Actualmente, este modelo puede ser usado en granjas comerciales para la monitorización en tiempo real del comportamiento grupal de las cabras. Trabajos futuros apuntarán a implementar algoritmos de tracking para poder rastrear individualmente cada cabra sin la necesidad de aplicar identificadores específicos a los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ge, Z. *et al.* 2021. arXiv:2107.08430 [cs.CV]
- Han, S. *et al.* 2023. Comput. Electron. Agr. 212:108044.
- Nasirahmadi, A. *et al.* 2017. Animal 11: 131-139.

Agradecimientos: Financiado con Ayuda a Primeros Proyectos de Investigación (PAID-06-23), Vicerrectorado de Investigación de la Universitat Politècnica de València (UPV)". La participación de Andrea Costantino ha sido posible gracias a la ayuda JDC2022-049782-I financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR, la de Daniel Alexander Méndez gracias a la ayuda TED2021-130759B-C31 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la "Unión Europea Next-GenerationEU/PRTR" y la de Eliseo Gil gracias al Proyecto PLF4ALL (CIAICO/2021/212) financiado por la Generalitat Valenciana.

IMPACTO DE LAS COJERAS Y SU RECUPERACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN BOVINO LECHERO

Terré*, M. y Gómez, K.

IRTA, Producción de Rumiantes, Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, Cataluña, España

*marta.terre@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Alteraciones en los patrones de comportamiento de los animales se estudian para detectar patologías en los animales. Las cojeras son uno de los principales problemas en las explotaciones de vacuno lechero con un impacto económico y sobre su bienestar, alterando su conducta de descanso y de ingestión (Magrin *et al.*, 2023). Este trabajo pretende explorar la relación entre las cojeras y los cambios que pueden provocar éstas en el patrón de ingestión del bovino lechero, y si éstos pueden mostrar la recuperación del animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 71 vacas Holstein cuya lactación se desarrolló a lo largo del 2024 se seleccionaron de la Estación de Vacum de Monells (EVAM) dotada de un sistema de control automatizado de ingestión individual (MooFeeder, MooSystems, Cortes, Spain). Veintiséis de ellas no presentaron ninguna patología podal, y 45 presentaron un total de 80 intervenciones podales por algún tipo de cojera. De cada animal se calculó el patrón de ingestión; por periodos de 9 días de una misma lactación a lo largo del 2024, según DeVries *et al.* (2003), obteniendo los siguientes parámetros: criterio de comida (tiempo entre visitas a comedero a partir del cual se considera que la visita al comedero forma parte de otra comida, en min), duración de la comida (tiempo total desde que empieza la primera visita al comedero de una comida hasta la última, en min), número de comidas, tamaño de la comida (cantidad de ración que come el animal en cada comida, kg MF/comida), intervalo entre comidas (en min). De cada periodo se recogió información, de la media de DEL (categorizada en 1-50, 51-150, 151-305, >305), mes del año (1-12), número de actuaciones podales de la lactación (0-6), número de lactación (1-8), y si había tenido algún caso de mastitis (0-1). Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar los principales factores que influenciaban en el patrón de ingestión, teniendo en cuenta el animal como efecto aleatorio. También, un análisis de la varianza para caracterizar el patrón de ingestión de los animales con alguna cojera en este periodo de análisis, y para valorar el patrón de ingestión antes, durante la cojera y los 10 periodos siguientes a la intervención podal, teniendo en cuenta el mes del año, los DEL y la lactación como bloques.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los factores utilizados en este modelo explicaron entre un 28,1 (duración de la comida) y un 33,6 (intervalo entre comidas) de la variación de los distintos parámetros que definen el patrón de ingestión. El factor del mes del año fue el factor que más influyó ($P < 0,001$) en todas las variables, seguido del número de actuaciones por cojeras ($P < 0,001$), la lactación ($P < 0,001$) y los DEL ($P < 0,001$). Como se ha descrito en la literatura (Magrin *et al.*, 2023), los animales que sufrieron alguna patología podal tuvieron un criterio de comida, un tamaño de comida, y un intervalo entre comidas superior ($P < 0,001$) que los animales sin patología (7,8 vs. $7,0 \pm 0,28$ min; 5,3 vs. $4,8 \pm 0,12$ kg/comida, 146 vs. $125 \pm 3,46$ min, respectivamente), y en cambio redujeron ($P < 0,001$) el número de comidas, y la duración de la comida (9,8 vs. $11,4 \pm 0,31$ comidas, 21,9 vs. $23,4 \pm 1,48$ min, respectivamente). Dentro de los animales con cojera diagnosticada, los animales con 5-6 eventos, que los podríamos calificar muy probablemente como crónicos, mostraron una clara diferenciación en el patrón de ingestión de los que necesitaron 1 o 2 intervenciones (6 vs. $11 \pm 0,7$ comidas al día, en los animales con 6 vs. 1 intervenciones, respectivamente). Ninguno de los 10 periodos sucesivos a la intervención podal se diferenció del patrón de ingestión previo a ésta.

CONCLUSIÓN

Las cojeras pueden detectarse a través de los grandes rasgos del patrón de ingestión de los animales, pero detectar su recuperación muy probablemente requiera de un análisis más detallado del patrón de cada individuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DeVries *et al.* 2003. J. Dairy Sci 86: 3354-3361 • Magrin *et al.* 2023. Ital. J. Anim. Sci 22: 739-748.

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración del equipo de la EVAM, IRTA (Monells).

GEMELO DIGITAL PARA LA MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN FUNCIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES Y PRODUCTIVOS DE GRANJAS DE VACUNO DE LECHE

Rosa^{1*}, E., Azevedo², R. y Merino¹, P.

¹Dpto. de Conservación de Recursos Naturales, NEIKER, Berreaga Kalea 1, 48160 Derio (Bizkaia);

²Dpto. de Matemática Aplicada, NEIKER, Berreaga Kalea 1, 48160 Derio (Bizkaia)

*erosa@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos trabajos y evidencias sobre el efecto que tienen las variables climáticas sobre el bienestar y parámetros productivos y de salud del ganado. Los gemelos digitales (GD) son un modelo virtual que representa un sistema real. Se utilizan para realizar simulaciones y estudiar el comportamiento del sistema digital, para después adaptar las soluciones al sistema real de una manera eficiente (Pylianidis *et al.*, 2021). Los ganaderos pueden utilizar los GD para gestionar el rebaño, vigilar el bienestar del ganado y monitorizar las emisiones a la atmósfera. Combinados con las actuales tecnologías de ganadería de precisión, los GDs permiten a partir de datos recogidos en tiempo real, la simulación de los sistemas de granja y adaptar, en consecuencia, el manejo de la granja para optimizar la producción de leche. El objetivo de este trabajo fue construir un GD a partir de los datos productivos del rebaño, los datos ambientales de la granja y los datos meteorológicos para modelizar la producción de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 3 granjas comerciales de vacuno de leche representativas de la producción de leche en el País Vasco. De media 80 vacas Holstein estaban alojadas en granjas equipadas con robots de ordeño en naves con ventilación natural. Se obtuvieron datos productivos individualizados por vaca relativos a la producción de leche, grasa, proteína, días de lactación y media diaria de ordeños. Los datos ambientales recogidos en las naves fueron temperatura, humedad relativa, concentración de CO₂ y concentración de NH₃. Los datos meteorológicos monitorizados fueron temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación, velocidad y dirección del viento, índice ultravioleta e intensidad de luz. Tanto los datos ambientales como meteorológicos fueron recogidos mediante la red de monitorización inalámbrica conectada con la plataforma NEIKER-SmartFarm. Se construyó un GD con datos históricos de 2023 y 2024 basado en R software, cuya variable objetivo fue la producción de leche. Se utilizaron modelos de machine learning para optimizar el GD. Se comparó el GD basado en datos históricos con datos externos al modelo de las mismas granjas para comprobar el rendimiento del GD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares mostraron que el GD ayudó a la comprensión de las relaciones productivo-ambientales. El análisis de los datos actuales frente a los históricos permitió contextualizar el sistema productivo actual y compararlo frente a su histórico o frente a otras granjas de sistema productivo similar. Además, permitió a los ganaderos simular cambios en el manejo de las granjas de manera virtual para ver el impacto en la producción de leche sin necesidad de realizar los cambios en la granja real. Sin embargo, aún quedan limitaciones relativas a la optimización y escalabilidad del GD debido a la variabilidad intrínseca de los sistemas ganaderos y su dificultad para modelizarlos.

CONCLUSIÓN

El uso potencial de los gemelos digitales en ganaderías de vacuno de leche permitiría optimizar la producción de leche garantizando el bienestar animal y gestionar mejor los recursos disponibles en las granjas. Sería conveniente la monitorización de un mayor número de granjas para adaptar el gemelo digital a diferentes relaciones ambiental-productivas y contemplar la variabilidad intrínseca y complejidad de modelizar sistemas con animales vivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pylianidis, C., Osinga, S., Athanasiadis, I.N. 2021. Introducing digital twins to agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 184: 105942. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105942>

Agradecimientos: Subvención TED2021-130759B-C32 financiada por el MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea. NextGenerationEU/PRTR.

MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE CONCENTRACIONES DE AMONÍACO, PARÁMETROS AMBIENTALES Y CONTROL DE LA FOSA DE PURÍN MEDIANTE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS EN GRANJAS DE VACUNO DE LECHE

Rosa*, E. y Merino, P.

Dpto. de Conservación de Recursos Naturales, NEIKER, Berreaga Kalea 1, 48160 Derio (Bizkaia)

*erosa@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La ganadería de precisión se ha centrado tradicionalmente en aspectos relativos a la salud, el bienestar animal y la producción de leche. Es habitual que las ganaderías de vacuno de leche cuenten con sensorica que permite controlar la producción, la alimentación, el estado reproductivo y otras variables relacionadas. En contraposición, la monitorización de parámetros ambientales, de emisión de gases y de gestión de los purines es aún muy limitada. Generalmente, estos sensores suelen funcionar de manera aislada, requiriendo al ganadero tener múltiples softwares para consultar la información (Amiri-Zarandi *et al.*, 2022). El tratamiento y la combinación de datos de diferentes fuentes y plataformas es crucial para maximizar la eficiencia de las granjas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una plataforma que integre la información de sensores ambientales de diferentes proveedores comerciales para facilitar al usuario final la visualización y la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 3 granjas comerciales de vacuno de leche representativas de la producción de leche en el País Vasco. De media 80 vacas *Holstein* estaban alojadas en granjas equipadas con robots de ordeño. Se seleccionaron dispositivos inalámbricos para la medición de los siguientes parámetros: concentración de CO₂ y NH₃, temperatura y humedad relativa dentro de la nave; volumen, temperatura, pH, y conductividad de purín en las fosas; y temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, precipitación intensidad de luz y radiación ultravioleta en las inmediaciones de las granjas. La frecuencia de transmisión de datos fue de 10 min. Además, a partir de los datos base se calcularon los índices de estrés por calor, la emisión de NH₃, y el nitrógeno amoniacal y total del purín. La información de los sensores se integró en una plataforma de software libre. Finalmente se consultó a los ganaderos su opinión acerca de la plataforma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la adquisición de datos en tiempo real y análisis de los datos históricos, la plataforma desarrollada permitió la creación de indicadores, la identificación de anomalías y una comprensión más profunda de las relaciones entre variables productivas y ambientales. La monitorización de las emisiones de NH₃ y el índice de estrés por calor permitió garantizar en tiempo real el bienestar animal. En lo relativo al purín, la plataforma permitió conocer el ritmo de llenado de la fosa, así como el N disponible para la aplicación a campo como fertilizante a partir del algoritmo diseñado con datos de conductividad eléctrica. En cuanto a la percepción de los ganaderos, mostraron interés en la plataforma y manifestaron su interés en integrar más dispositivos.

CONCLUSIÓN

El análisis de datos en tiempo real permitió conocer patrones y tendencias en la dinámica de las concentraciones de gases que con la monitorización clásica no era viable. La integración de información proveniente de múltiples fuentes permite generar indicadores útiles que recogen aspectos de impacto ambiental, como la eficiencia del uso del N. La implementación de interfaces de fácil uso y la integración de información fue percibida por como necesaria para la implementación de tecnologías de ganadería de precisión entre los ganaderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amiri-Zarandi, M., Hazrati Fard, M., Yousefinaghani, S., Kaviani, M., Dara, R. 2022. Agriculture. 12(6): 838.

Agradecimientos: Subvención TED2021-130759B-C32 financiada por el MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea. NextGenerationEU/PRTR.

THICARE APP: UNA HERRAMIENTA INNOVADORA PARA LA VALORACIÓN DEL BIENESTAR AMBIENTAL EN EXPLOTACIONES GANADERAS

Caja^{1*}, G., Elhadi¹, A., González-González², R. y Prieto³, F.A.

¹Grupo de investigación en Rumiantes (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra;

²Gestión Empresarial de Ovino (GEO), 49600 Benavente; ³Sosein S.A., 41300 Sevilla

*gerardo.caja@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La valoración objetiva del bienestar de las explotaciones ganaderas es una necesidad que no dispone actualmente de estándares unificados y de fácil interpretación por técnicos y ganaderos. La ganadería de precisión, poco desarrollada en pequeños rumiantes (Caja *et al.*, 2020), ofrece herramientas de bajo coste que permiten su monitorización y la toma rápida de decisiones mediante indicadores basados en el animal y en sistemas de alarma temprana. En el marco del proyecto TechCare (<https://techcare-project.eu>), cuyo objetivo es la integración de tecnologías innovadoras para la mejora del manejo del bienestar en los pequeños rumiantes a lo largo de su cadena de valor (Morgan-Davies *et al.*, 2024), se ha desarrollado una herramienta especial destinada a evaluar el bienestar ambiental y facilitar la aplicación de medidas correctoras, inicialmente para ovino y caprino, pero de futura generalización a otras especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

THicare® es una aplicación registrada que utiliza una multiplataforma situada en un servidor en la nube de Microsoft Azure. THicare recoge los datos transmitidos de sensores ambientales, mediante Bluetooth (868 MHz) y Wi-Fi, y los integra en una API (Application Programming Interface). Los datos se estructuran como:

- HI_{exterior} : Índice termohigrométrico calculado según la fórmula simplificada de Mader *et al.* (2006, 2010) a partir de la temperatura (T , °C) y la humedad relativa (HR, %) medidas por una estación meteorológica. Los umbrales críticos proceden de datos bibliográficos y propios en ovejas y cabras.
- THI_{interior} : Similar al anterior a partir de la T y HR de distintos sensores en 8 puntos interiores de la granja a la altura de la cabeza de los animales. Los umbrales críticos son iguales a los del THI externo.
- AQI (índice de calidad del aire): a partir de 2 sensores internos de partículas en suspensión de diámetro $<2,5\mu\text{m}$ (PM2.5) y concentración de CO_2 (ppm), según los criterios de la Environmental Protection Agency de EEUU.
- BQI (índice de calidad de la cama): a partir de la capacidad de retención de agua medida con 8 sensores de capacitancia para suelos en puntos internos de la granja (cerca de bebederos). Los umbrales críticos se han obtenido de datos propios en camas de paja de cebada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La utilización de una API proporciona una arquitectura escalable y extensible a diferentes proveedores de datos y sensores. Los datos se actualizan cada 5 min y se interpretan a partir de escalas de referencia y umbrales de alarma, obtenidos a partir de bibliografía y experiencia propia, con valores específicos según la especie y sistema de producción definidos por el usuario. La aplicación es accesible desde cualquier navegador, tanto para PC como para móviles (versiones iOS y Android) y está libremente disponible en App Store y Play Store. THicare® permite la elección de distintas lenguas por los usuarios. Su funcionamiento puede ser explorado en una demo (Granja experimental de la UAB): Usuario = demo.thicare@uab.cat; Contraseña = techcare2020.

CONCLUSIÓN

THicare® es una herramienta de valoración objetiva y fácil interpretación del bienestar ambiental en explotaciones de ovino y caprino. Futuros desarrollos permitirán su ampliación a otras especies y sistemas de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja, G. *et al.* 2020. J. Dairy Res. 87(S1): 34-46.
- Mader, T.L., Davis M.S., Brown-Brandl, T. 2006. J. Anim. Sci. 84: 712-719.
- Mader T.L., Johnson L.J., Gaughan J.B. 2010. J. Anim. Sci. 88: 2153-2165.
- Morgan-Davies, C. *et al.* 2024. Animal 18: 101233.

Agradecimientos: Programa H2020 de la Unión Europea, Proyecto TechCare (Contrato #862050).

EL USO DE SENSORES PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE BIENESTAR AMBIENTAL EN GRANJAS DE OVINO Y CAPRINO LECHERO

Elhadi^{1*}, A., González-González², R. y Caja¹, G.

¹Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R), Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra (Barcelona);

²Gestión Empresarial de Ovino (GEO), Palencia

*abdelaali.elhadi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto TechCare (<https://techcare-project.eu>), cuyo objetivo es la integración de tecnologías innovadoras para la mejora del bienestar en los pequeños rumiantes mediante la implementación de tecnologías de ganadería de precisión, se priorizaron los problemas de bienestar en pequeños rumiantes, así como las tecnologías disponibles para monitorizarlos (Caja *et al.*, 2022). A partir de estos resultados, se inició la fase final del proyecto para implementar los dispositivos elegidos para monitorizar las condiciones de bienestar ambiental en granjas comerciales de ovino y caprino lechero (Elhadi *et al.*, 2023) y en corderos de engorde (Riaguas *et al.*, 2023). En este trabajo se presentan los resultados del uso de sensores ambientales en granjas de ovino y caprino lechero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participaron en el estudio 12 granjas lecheras de tipo intensivo, 10 de ovino, 1 de caprino y la granja experimental de la UAB de ambas especies. Para la monitorización de las condiciones ambientales, se instalaron estaciones meteorológicas Froggit (HP1000SE-PRO) ampliadas con sensores internos (temperatura-humedad, calidad del aire y humedad de la cama) que se situaron en puntos representativos del interior de cada granja. Los datos se enviaron de forma automática cada 5 min a la nube por Wi-Fi, y se accedió a ellos mediante la aplicación gratuita Ecowitt Weather. Los datos obtenidos durante 24 meses se procesaron mediante Excel y se calcularon los valores medios, mínimos y máximos de THI, utilizando la ecuación (Mader *et al.*, 2006): $THI = 0,8 \times T + (HR/100) \times (T - 14,41) + 46,4$ (T = temperatura, °C; HR = humedad relativa, %). La producción de leche se midió diariamente por animal en las granjas equipadas con medidores individuales de leche; en las demás granjas, se recopilaron las cantidades totales del tanque en cada recogida de leche. Además, se registraron los datos de fertilidad, abortos y mortalidad de ovejas y cabras después del parto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron la robustez del sistema, con una valoración general satisfactoria por el número reducido de los sensores fallados (4-17%). El confort en termoneutralidad se situó en valores de $50 < THI < 65$. El THI interno de las explotaciones fue mayor que el externo, aunque la diferencia disminuyó a medida que el THI aumentó, igualándose al alcanzar condiciones de estrés térmico. La correlación entre el THI y la producción de leche, tras eliminar el efecto del estado de lactación, fue negativa y el THI explicó el 30% de la disminución de la producción. Valores de THI > 60 tuvieron efectos negativos sobre la fertilidad según el fotoperiodo; así, el THI explicó un 40% de la variación de la fertilidad durante periodos de fotoperiodo creciente (primavera y verano). El estrés por calor (THI > 65) tuvo un efecto negativo en la mortalidad de las ovejas después del parto, explicando el 55% de su variación. En base a estos resultados, para facilitar la interpretación de los datos de los sensores por técnicos y ganaderos se ha desarrollado una aplicación (THIcare®), que es una herramienta de valoración objetiva y fácil interpretación del bienestar ambiental en ovino y caprino.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el sistema de sensores internos-externos implementado fue robusto y útil para detectar las condiciones adecuadas en ovejas y cabras según su estado fisiológico y aplicar medidas de protección, especialmente durante el verano y el invierno, cuando los alojamientos son menos eficientes para mitigar los extremos climáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja, G., Elhadi, A., Riaguas, L., Fantova, E., González, R., Such, X., Salama, A.A.K., Milán, M.J., Oliver, J., Ferrer, C., Molano, V. 2022. Tierras Ovino, 37: 74-70.
- Elhadi, A., González, R., Caja, G. 2023. Tierras Ovino, 41: 43-53.
- Mader, T.L., Davis M.S., Brown-Brandl, T. 2006. J. Anim. Sci. 84: 712-719.
- Riaguas, L., Miguel, V., Fantova, E. 2023. Tierras Ovino, 42: 72-75.

Agradecimientos: Proyecto TechCare (Programa H2020 de la Unión Europea; Contrato 862050).

COMPARACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA RECTAL, SUBCUTÁNEA Y TERMOGRÁFICA EN OVEJAS, EN FUNCIÓN DE DIFERENTES ESTADOS FISIOLÓGICOS

Pérez-García¹, M.E., Abecia², J.A., Nieto¹, J., Plaza¹, J. y Palacios^{1*}, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Avda. Filiberto Villalobos, 119, 37007 Salamanca;

²IUCA. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza

*carlospalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

El calor corporal es uno de los indicadores más fiables para determinar el estado fisiopatológico de los animales (De Castro Júnior *et al.*, 2021). Habitualmente la temperatura corporal en ovino se detecta mediante termómetros convencionales, lo que conlleva un manejo específico de los animales que puede alterar los resultados (Lees *et al.*, 2018). Las nuevas tecnologías permiten registrar la temperatura en el entorno natural del animal, sin afectar notablemente al comportamiento animal (Abecia *et al.*, 2024). El objetivo de este estudio fue comparar varias herramientas de toma de temperatura corporal durante diferentes estados fisiológicos en ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diez hembras ovinas castellanas fueron separadas en dos grupos en función de su edad y estado fisiológico: grupo 1, ovejas (n = 5) que se encontraban en la última semana de gestación; grupo 2, corderas (n = 5) de 5 meses de edad. El estudio se compuso de 3 fases: 1ª fase (registro de temperatura (T, °C) del grupo 1, durante 10 días del mes de junio, que abarcó el preparto, parto y postparto); 2ª fase (registro de T del grupo 2 durante 4 días del mes de junio); 3ª fase (registro de T del grupo 2 durante 13 días del mes de octubre, que abarcaron el periodo previo, posterior y el de sincronización del estro (7 días con esponja intravaginal de progesterona)). En el inicio de cada fase se situó al grupo de animales en un corral y se utilizaron diferentes métodos para registrar la T corporal: al comienzo de cada fase se implantó un biollogger subcutáneo en la axila izquierda de cada animal que permitió registrar la temperatura subcutánea (TS) cada 5 minutos durante todos los días de cada fase del estudio, además desde las 18:00h hasta las 19:00h con una frecuencia de 15 minutos, se determinó la temperatura rectal (TR) con un termómetro digital y la temperatura superficial de la vulva (TV) con una cámara termográfica. El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la etapa de preparto se obtuvo la T corporal media más baja para la TR (39,12 ± 0,028) y la TS (38,40 ± 0,049), pudiendo coincidir con los altos niveles de progesterona de este periodo (Atuesta *et al.*, 2011), pero no ocurrió lo mismo con la TV (38,91 ± 0,052), que fue la segunda menor (p<0,001). Esto puede ser debido a la inflamación de la zona vaginal en el preparto lo que puede aumentar la T de la zona (Ennen *et al.*, 2011). La etapa de cinco meses de edad fue en la que se produjo una T media más alta en todos los métodos de registro (TR: 40,09 ± 0,032; TS: 39,41 ± 0,040; TV: 40,23 ± 0,073, (p<0,001)). Está comprobado que la T en animales jóvenes suele ser mayor que en adultos (Alcalde *et al.*, 2019). La TR media (39,53 ± 0,018) fue mayor que la TS media (38,82 ± 0,030) y que la TV media (39,19 ± 0,036) (p<0,001). Este resultado puede tener relación con la distancia que existe entre el punto de medición de T y el ambiente exterior, ya que la T ambiente puede modificar la T corporal (Saravia *et al.*, 2003).

CONCLUSIÓN

La T registrada por los tres métodos cambia con la edad y el momento reproductivo del animal. Las diferencias encontradas entre los métodos de control dependen de su proximidad al exterior y la influencia de la T externa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• De Castro Júnior, S.L. *et al.* 2021. International Journal of Biometeorology. • Lees J.C. *et al.* 2018. International Journal of Biometeorology. • Abecia, J.A. *et al.* 2020. Small Ruminant Research. • Atuesta, E. *et al.* 2011. Revista Spei Domus • Ennen, S. *et al.* 2011. Theriogenology. • Alcalde, M.J. 2019. XX Congreso internacional de la Sociedad Española de Ovinotecnia y caprinotecnia. • Saravia, C. *et al.* 2003. Nota técnica.

Agradecimientos: Investigación realizada con la Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales 2024 de la Fundación BBVA.

COMPARACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS PARA REGISTRAR LA TEMPERATURA CORPORAL COMO HERRAMIENTA PARA DETECTAR EL CELO EN OVINO

Pérez-García¹, M.E., Abecia², J.A., Nieto¹, J., Plaza¹, J. y Palacios^{1*}, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Avda. Filiberto Villalobos, 119, 37007 Salamanca

²IUCA. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza
carlospalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

La reproducción es un factor determinante en la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo de una granja de ovino (Balan-May *et al.*, 2021). La detección del celo permite incrementar la eficiencia reproductiva. Las ovejas presentan edema y eritema vulvar, a veces difícil de detectar, facilitándose esta labor mediante machos recela, entre otros métodos (Seillant *et al.*, 2024). Por ello, una herramienta económica para detectar alteraciones en parámetros fisiológicos y cambios en el ciclo reproductivo es la toma de temperatura (Piquer *et al.*, 2021). El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes instrumentos de medición de la temperatura corporal en ovino con el propósito de detectar el celo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el mes de octubre, cinco hembras ovinas de la raza castellana de ocho meses de edad fueron sincronizadas en celo mediante un protocolo con esponjas intravaginales (20 mg de Acetato de Fluges-trona (Ceva, Barcelona) durante 7 días, posteriormente se les aplicó una inyección de 2 ml de GnRH (450 UI, Ceva, Barcelona) y 1 ml de Dinoprost 5mg/ml (Ceva, Barcelona), con el objetivo de registrar su temperatura (T, °C) corporal durante 13 días (3 días antes de la sincronización, los 7 días de sincronización y 3 días posteriores a la sincronización). Al inicio del estudio se implantó un biologger subcutáneo (13 x 39,5 mm, 12 g, DST milli-ACT, Star Oddi, Islandia), en la axila izquierda de cada animal, que permitió registrar la temperatura subcutánea (TS) cada 5 minutos durante todos los días del estudio, además durante todos los días, desde las 18:00h hasta las 19:00h con una frecuencia de 15 minutos, se determinó la temperatura rectal (TR) con un termómetro digital y la temperatura superficial de la vulva (TV) con una cámara termográfica. Así mismo, se tomaron muestras para determinar el nivel de progesterona en sangre 1 vez al día a las 19:00h, los 3 días posteriores a la retirada de la esponja intravaginal y el día 7 tras la retirada de las esponjas, con el objetivo de confirmar el estro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de progesterona en sangre de las ovejas fueron más altos a los 7 días de la retirada de las esponjas, lo que confirmó el celo y la posterior presencia de cuerpo lúteo. El periodo previo a la colocación de las esponjas obtuvo la T media más alta para todos los métodos de registro: $39,73 \pm 0,042$ (TR), $39,03 \pm 0,089$ (TS) y $39,48 \pm 0,074$ (TV) ($p < 0,001$), siendo estos valores diferentes en función de la herramienta de registro, puesto que factores ambientales pueden influir en la temperatura corporal (Saravia *et al.*, 2003). La T media registrada portando la esponja intravaginal disminuyó en todos los métodos de evaluación respecto a la etapa previa: $39,54 \pm 0,019$ (TR), $38,90 \pm 0,055$ (TS), y $38,91 \pm 0,052$ (TV) ($p < 0,001$), pudiendo este efecto estar influenciado por la progesterona, cuya principal función es detener la maduración de los folículos bloqueando la ovulación (Ortiz, 1999). Durante el celo (detectado por los niveles de progesterona sanguínea) se registró la temperatura media más baja en todas las herramientas: $39,38 \pm 0,032$ (TR), $38,71 \pm 0,043$ (TS) y $38,90 \pm 0,051$ (TV) ($p < 0,001$).

CONCLUSIÓN

La T evaluada mediante los tres métodos de registro no fue la misma. Se observaron bajadas de temperatura al colocar la esponja y durante el segundo día después de la retirada, donde supuestamente ocurrió la ovulación. La T puede ser un síntoma fiable de la presencia de progesterona en sangre y del cuerpo lúteo y por tanto ayudará a la detección del celo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Balan-May, D. *et al.* 2021. Abanico Veterinario. • Seillant, C.A. 2024. Reproducción en ovinos y caprinos. Sincronización de celos e inseminación artificial. • Piquer, A.L. 2021. Trabajo de Fin de Grado. • Saravia, C. *et al.* 2003. Nota técnica. • Ortiz A. 1999. Mundo Ganadero.

UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA DE PRECISIÓN EN ASTURIAS

González Díaz¹, J.A. y Celaya^{2*}, R.

¹Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC RuralTech), Bárcena 51, 33314 Peón, Villaviciosa, Asturias; ²Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Ctra. AS-267 pk 19, 33300 Villaviciosa, Asturias
*rafael.celayaaguirre@asturias.org

INTRODUCCIÓN

Aunque las nuevas tecnologías de ganadería de precisión (GP) son cada vez más utilizadas (Aquilani *et al.* 2022), no se conoce bien el grado de implantación de dichas tecnologías en los distintos contextos ganaderos. Dentro del proyecto MEATGIT se realizó un estudio socioeconómico mediante encuestas a ganaderos de Asturias, con cuestiones relativas al uso de nuevas tecnologías. En este trabajo se aportan los resultados más relevantes extraídos de las respuestas recibidas sobre la tipología de las explotaciones que hacen uso de estas tecnologías GP y las potenciales barreras que impiden o dificultan su adopción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboró una encuesta enfocada en las ganaderías de Asturias para conocer sus características productivas y socioeconómicas, incluyendo la versión definitiva 22 preguntas. Se utilizó la aplicación Formularios de Google para realizar el formulario *on line* que se envió mayoritariamente por correo electrónico y WhatsApp a ganaderos y asociaciones diversas para su mayor difusión, habiéndose recibido 83 respuestas de octubre a diciembre de 2024.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las respuestas recibidas, el 64% procede de profesionales cuya principal actividad económica es la ganadería. La principal orientación productiva es la de vacuno de carne (69%), seguida de ganado menor (25%), y la mayoría (54%) maneja entre 10 y 50 UGM. El 45% dispone de una superficie agraria utilizable (SAU) de 20-50 ha. Notablemente, la SAU de más de la mitad de las explotaciones (61%) se localiza por encima de 500 m de altitud, y la mitad utilizan pastos comunales. Es destacable también que el 59% realiza una trashumancia de radio corto-medio, trasladando los animales de zonas bajas a pastos de montaña (valle-puerto), con un rango temporal de 1-5 meses (50%).

En lo que respecta al conocimiento de alguna tecnología GP, solo el 45% respondió afirmativamente. De los que utilizan alguna tecnología de monitorización de animales (48%), la mayoría emplea collares GPS para geolocalización (26%, la mayoría en vacuno de carne, además de ovino-caprino), de los que la mitad van equipados con sensores de temperatura o de movimiento (acelerómetros). El vallado virtual está menos implantado (4,8%). Otra tecnología utilizada es el avisador de partos (11%). Las básculas de autopesaje, visión artificial y drones, junto con crotales electrónicos, chips o biólogos RFID tienen débil implantación (< 5%). Las principales motivaciones para su empleo incluyen el control de manejo (celos, partos...), la reducción de carga de trabajo, y el control de salud y bienestar animal (47-49%), y en menor grado la defensa contra depredadores y el aumento de la productividad (21-23%).

Un 14% de los encuestados utiliza (o ha utilizado) algún servicio o plataforma SIG para monitorizar el estado de los pastos o cultivos forrajeros por medio de imágenes de satélite o drones. La mayoría considera muy o bastante importante (53% y 39% respectivamente) conocer el estado de los pastos para la toma de decisiones de manejo. Como barreras para adoptar tecnologías GP en su explotación identifican principalmente el coste monetario (68%) seguido de desconocimiento o desinformación (48%) y problemas de cobertura y conectividad (37%).

CONCLUSIÓN

El margen de mejora de la implantación de las tecnologías GP en Asturias es amplio. Su papel puede ser muy relevante en la transición ecológica que debe experimentar el sector, siempre y cuando se superen los factores limitantes que atenazan su inserción: coste, formación y conectividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., Pugliese, C. 2022. *Animal* 16: 100429.

Agradecimientos: Agradecemos a los ganaderos/as que han participado en la encuesta. El proyecto MEATGIT está financiado por la AEI (PID2020-120601RR-I00). R. Celaya forma parte del grupo NySA-SERIDA (Gobierno del Principado de Asturias-SEKUENS IDE/2024/000764, FEDER).

COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y JERARQUÍA SOCIAL EN CERDOS DE ENGORDE ALOJADOS EN GRUPO Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA ALIMENTARIA

Piles¹, M., Tusell^{1*}, L., Mora¹, M., Garcia-Baccino^{2,5}, C., Cudrey^{3,5}, D., Hassenfratz^{4,5}, C., Mercat^{4,5}, M.J. y David⁶, I.

¹Genética y Mejora Animal, IRTA, Torre Marimon, Caldes de Montbui, 08140 España;
²NUCLEUS, 35650 Le Rheu, France; ³AXIOM, 37310 Azay sur Indre, France; ⁴IFIP-Institut du Porc, Pacé, France; ⁵Alliance R&D, Pacé, France; ⁶GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, Castanet Tolosan, France 31326
*llibertat.tusell@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La competencia por los recursos alimentarios es común en animales alojados en grupo. En un contexto de ganadería de precisión, los datos recopilados por comederos electrónicos pueden utilizarse para identificar nuevos fenotipos de comportamiento alimentario (CA) y jerarquía social (JS) que ayuden a entender los mecanismos por los cuales un animal influye en la eficiencia alimentaria de sus compañeros de grupo (Piles *et al.*, 2024). En este trabajo, hemos utilizado la información de los comederos electrónicos para identificar parámetros de CA que sean indicadores del rango de un individuo dentro de la jerarquía social o su nivel de dominancia entre los compañeros de corral y para evaluar la relación de estos caracteres con el crecimiento y la eficiencia alimentaria. Se ha considerado la comida como elemento de estudio porque es la unidad biológicamente relevante más pequeña del CA relacionada con el concepto biológico de saciedad (Howie *et al.*, 2009). relacionadas con las visitas al comedero. línea en blanco)

MATERIAL Y MÉTODOS

Se engordaron 5516 cerdos de 63 a 162 días de edad (120 Kg) en corrales equipados con un comedero electrónico y una báscula. Los animales correspondían a 52 lotes alojados en 440 corrales de 14 cerdos. Durante cada visita al comedero, se registró el tiempo transcurrido en el mismo, el consumo individual de alimento y el peso corporal. Para cada animal se calculó el tiempo máximo entre visitas consecutivas para que pertenezcan a una misma comida (Howie *et al.*, 2009). Tras eliminar los datos anómalos, se calcularon diferentes caracteres de CA por animal: número de comidas, número de visitas y tiempo de ocupación para completar una comida, tiempo entre primera y última visita durante la comida, velocidad de ingesta, velocidad de ingesta para completar una comida e intervalo entre comidas. También se calcularon caracteres de JS: posición/orden en que cada animal accede al comedero, ratio de visitas en el periodo de ingesta preferido, distribución del alimento, el tiempo de ocupación en el comedero y número de visitas totales diarias entre compañeros de corral. Se calcularon las correlaciones de Pearson entre todos los caracteres.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en nuestro estudio respaldan las cuatro tipologías de alimentación descritas en la literatura: animales que comen muchas veces rápido o lento y animales que comen pocas veces rápido o lento. Por otro lado, los cerdos que comieron más y más rápido tuvieron un mayor índice de conversión. Los animales que comieron más, más veces y ocuparon durante más tiempo el comedero que sus compañeros, comieron en los periodos preferidos de tiempo, por lo que se les podría considerar como dominantes respecto a sus compañeros de corral. En cambio, estos últimos tuvieron que adaptar su CA a los periodos de tiempo restantes. Por otra parte, un individuo dominante sería aquel que come muchas veces pequeñas cantidades a bajo ritmo de ingesta mientras que un animal subordinado sería aquel que come pocas veces mayores cantidades y rápidamente.

CONCLUSIÓN

La información de los comederos electrónicos en corrales de cerdos alojados en grupo es útil para identificar patrones de alimentación y definir parámetros relacionados con el rango social de un individuo. Algunos de ellos están correlacionados con el crecimiento y la eficiencia alimentaria permitiendo una identificación de los animales más eficientes sin necesidad de pesar al animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Howie *et al.* 2009. Appl. Anim. Behav. Sci.116(2): 101-109.
- Piles *et al.* 2024. Anim. 18: 101272.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MINECO PID2021-128173OR-C21.

MEJORA DEL CRECIMIENTO EN CERDOS DE CEBO CON BAJO PESO INICIAL APLICANDO ALIMENTACIÓN DE PRECISIÓN EN CONDICIONES COMERCIALES

Sacanell^{1,3*}, V.L., Plà-Aragonés^{2,3}, L.M. y Pomar¹, J.

¹Grupo de Investigación en AgróTICA y Agricultura de Precisión (GRAP), Departamento de Ciencia e Ingeniería Forestal y Agrícola (DCEFA), Universidad de Lleida, Lleida, España; ²Departamento de Matemáticas, Universidad de Lleida, Lleida, España; ³Agrotecnio-CERCA Center, Lleida, España
*vicente.lopez@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La optimización del peso al sacrificio es una estrategia clave para mejorar la eficiencia en las actuales granjas porcinas de cebo. Sin embargo, la variabilidad en el crecimiento de los animales y la imposibilidad de realizar envíos individuales representa un desafío significativo. La heterogeneidad de pesos afecta la gestión, la rentabilidad y la calidad de las canales. Aunque se han implementado estrategias tradicionales para reducir la variabilidad, su impacto es limitado. En respuesta, la ganadería moderna está adoptando tecnologías innovadoras, como la alimentación de precisión para personalizar dietas y mejorar el rendimiento animal. Este estudio busca reducir dicha variabilidad maximizando el crecimiento de aquellos animales, *a priori* menos eficientes, en un entorno comercial, mediante el uso de un sistema de decisión (DSS) innovador capaz de adaptar las necesidades individuales de los animales en tiempo real.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre septiembre y diciembre de 2021, se llevó a cabo un estudio en la provincia de Zaragoza (España) para evaluar el crecimiento de 365 cerdos híbridos en condiciones comerciales. Durante 90 días, se comparó un grupo experimental (IPF) de 203 animales, alimentados con robots de precisión y dos piensos con diferente contenido de lisina digestible estandarizada (SIDLys), con dos grupos de control (cA y cB, 81 animales cada uno) que siguieron una alimentación tradicional en 3 fases con piensos comerciales. El sistema de alimentación de precisión ajustó diariamente la dieta individual según las necesidades de SIDLys, calculadas mediante un DSS basado en el modelo de Hauschild *et al.* (2012) para maximizar el crecimiento. Se determinaron cinco puntos de control durante el engorde para medir el peso (BW), el consumo (ADFI), la ganancia diaria (ADG), la SIDLys ingerida por kg ganado y el coste del pienso. Para tener en cuenta la variabilidad en el tamaño, los animales se clasificaron en categorías (pesado, moderado y ligero) utilizando el algoritmo k-means. Se empleó la prueba ANOVA para analizar las diferencias entre grupos y entre tamaños dentro de cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El grupo IPF comenzó el estudio con un peso medio (BW: 28,5 ± 4,2 kg) inferior al grupo de control cB (BW: 30,0 ± 4,2 kg; P<0,05), y similar al grupo cA (BW: 29,5 ± 5,0 kg; P>0,05). Al finalizar el estudio, el BW del grupo IPF obtuvo un peso de 109,4 ± 12,7 kg, siendo similar (P: 0,988) a los pesos finales de los controles cA (109,6 ± 13,1 kg) y cB (109,7 ± 13,4 kg). Las otras métricas sólo mostraron diferencias en la cantidad de SIDLys ingerida por kg de ganancia, siendo el grupo IPF el que necesitó menos cantidad (18,6 ± 1,7 g/kg; P<0,05) que los controles (cA: 19,8 ± 2,0 g/kg; cB: 19,7 ± 1,9 g/kg). El ajuste variable en la concentración de SID Lys de la dosis de forma diaria en los animales más ligeros del grupo IPF resultó en un mejor comportamiento (BW: 103,4 ± 9,9 kg; P<0,05) que los de los grupos de control (cA: 97,6 ± 11,2 kg; cB: 97,6 ± 13,4 kg). En los animales de tamaño moderado y pesado, no se encontró ninguna diferencia entre los 3 grupos, aunque en este último caso, el grupo IPF obtuvo una diferencia absoluta de 3 kg respecto los animales pesados del grupo cA y 4,5 kg del grupo cB, que podría ser interesante comercialmente.

CONCLUSIÓN

El estudio comparó el crecimiento de cerdos comerciales alimentados con un sistema de alimentación de precisión frente a 2 grupos de control con alimentación tradicional. El grupo IPF mostró un menor consumo de SID Lys por kg de ganancia y mejor desempeño en cerdos de tamaño ligero, sugiriendo beneficios comerciales cuando se emplea la alimentación de precisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hauschild *et al.* 2012. J. Ani. Sci. 90: 2255-2263.

Agradecimientos: Este estudio ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con el proyecto AI4Pork (TED2021-130829B-I00).

PATRÓN DE COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN CONEJAS REPRODUCTORAS: CARACTERIZACIÓN E IMPLICACIONES PARA LA NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

Ramón-Moragues^{1*}, A., Franch-Dasi¹, J., Martínez-Paredes¹, E., Arnau-Bonachera², A., Marín-García², P.J., Pascual¹, J.J. y Cambra-López¹, M.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de Valencia;

²Facultad de Veterinaria, UCH-CEU

*adramo@upv.es

INTRODUCCIÓN

La nutrición de precisión persigue igualar el suministro de nutrientes y necesidades nutricionales de cada animal en cada momento. Esto requiere definir adecuadamente estas necesidades, así como las variaciones individuales según la edad, estado fisiológico, condición corporal, genética y salud de los animales. Las necesidades nutricionales de las conejas reproductoras varían de 500 a 1400 KJ/kg de peso metabólico, de no lactantes a lactantes (Quevedo *et al.*, 2006). Sin embargo, en la práctica lo más habitual es utilizar un pienso único. Por ello, es necesario desarrollar modelos de alimentación individualizada y tecnologías para administrar el tipo de pienso y cantidad definida a cada animal; que permitan además monitorizar continuamente el comportamiento alimentario. La modelización a tiempo real de las necesidades nutricionales nos permitirá anticiparnos a eventos que afecten a la reproducción y estado corporal y sanitario de las conejas. El objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento alimentario individual de conejas reproductoras mediante comederos electrónicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco conejas desde los 64 días de vida (1,6 kg de peso vivo) hasta los primeros 18 días postparto (dpp) del primer ciclo. Este intervalo se dividió en cuatro periodos: recría inicial (RI, de 64 a 106 días de vida, d), recría final (RF, de 107 a primera cubrición fértil, 144 d), gestación (G, 145 a 175 d) y lactación (L, 18 dpp). Las conejas se alojaron individualmente con un comedero electrónico compuesto por una tolva atornillada a una báscula fija con una fotocélula para detectar presencia, conectadas a un ordenador. La gestión de los elementos de hardware se realizó con una aplicación informática diseñada por Amipem Consultores (Madrid, España). Se registraron las variables descritas por Piles *et al.* (2024) utilizando el criterio de comida "meal" (M, unidades/d): número de comidas (NM), número de visitas al comedero para completar una comida (NVM), tiempo para completar una comida (TM, en s), pienso consumido por comida (FI, en g), tasa de alimentación (FRM, en g/s), intervalo entre comidas (IBM, en s), y la ingestión media diaria (ADFI, g/día). Los datos se analizaron estadísticamente mediante un modelo mixto de medidas repetidas con el periodo como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El periodo afectó significativamente al patrón de alimentación, excepto al TM. El ADFI aumentó durante la recría (RI: $159,3 \pm 8,72$; RF: $194,8 \pm 8,44$ g/d), disminuyó en la G ($177,1 \pm 9,35$ g/d), y aumentó en la L ($281,2 \pm 10,96$ g/d; $P < 0,0001$). El NM se comportó de forma similar (RI: $39,4 \pm 1,60$; RF: $40,1 \pm 1,60$; G: $35,1 \pm 1,72$; L: $47,6 \pm 1,93$; $P < 0,0001$), así como el FI (RI: $4,0 \pm 0,23$; RF: $5,1 \pm 0,23$; G: $4,8 \pm 0,24$; L: $5,9 \pm 0,28$ g; $P < 0,0001$) y la FRM (RI: $0,017 \pm 0,0011$; RF: $0,022 \pm 0,0011$; G: $0,021 \pm 0,0011$; L: $0,026 \pm 0,0012$ g/s; $P < 0,0001$). Sin embargo, el NVM no varió significativamente en la recría y la G ($8,6 \pm 0,66$ de promedio), pero aumentó en la L ($10,3 \pm 0,73$; $P = 0,0113$). Los resultados del NM modificaron el IBM, siendo más corto en la R y la L, y aumentando en la G. El aumento en la frecuencia, la tasa y la cantidad consumida por evento de alimentación en los distintos periodos se asocia al aumento de la demanda energética para el crecimiento en la recría y producción de leche en la lactación. El descenso observado durante la gestación está de acuerdo con la estrategia reproductiva de esta especie (Saviotto *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

El comportamiento alimenticio depende del estado fisiológico. Los comederos electrónicos pueden ayudar a ajustar la alimentación para optimizar la reproducción y nutrición en conejas reproductoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Quevedo *et al.* 2006. Anim Sci. 82: 739-750. • Piles *et al.* 2024. Animal 18(3): 101090. • Saviotto *et al.* 2016. World Rabbit Sci. 24: 39-45.

Agradecimientos: Esta publicación son parte del proyecto "FREERAB", PID2022-143036OB-I00 financiada por MICIU/AEI /10.13039/501100011033.

MEDICIÓN MASIVA Y AUTOMATIZADA DE DATOS AMBIENTALES EN GRANJAS AVÍCOLAS Y PORCINAS ESPAÑOLAS

Méndez, D.A., Jarque, M., Gil, E., Vega, N., Calvet, S. y Costantino*, A.

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, València

*acostan@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

Conocer las condiciones ambientales de crianza de los animales es fundamental para garantizar su bienestar y reducir las emisiones gaseosas. Gracias a los avances en tecnologías IoT, tanto de sensores como de protocolos de comunicaciones, es posible desplegar sistemas de medición masiva y automatizada de temperatura, humedad y concentración de gases. Este despliegue, sin embargo, requiere por una parte asegurar la correcta medición de los sensores, y por otra parte generar modelos de utilidad de la información obtenida. Este trabajo tiene como objetivo analizar el potencial de las bases de datos masivas de condiciones ambientales en granjas de ganado porcino y avícola con fines productivos, ambientales y de bienestar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha instalado una red multisensorial basada en tecnologías IoT en 15 explotaciones ganaderas intensivas a lo largo de la península. En la actualidad se están monitorizando alrededor de 60 naves entre porcinas y avícolas. La instalación tipo en cada explotación se basa en sensores para monitorización de las condiciones ambientales en las diferentes naves. Estos sensores miden la temperatura, humedad relativa y concentraciones de gases, concretamente de CO_2 , a través de un sensor infrarrojo, y de NH_3 , a través de un sensor electroquímico. Los sensores están conectados mediante red LoRa a un Gateway que a su vez los transmite a una base de datos en la nube cada media hora. En este trabajo se presentan los resultados contextualizados a una de las explotaciones monitorizadas, localizada en la provincia de Huesca y que cuenta con 2 naves porcinas para destete. La instalación cuenta con un total de 8 sensores de temperatura, humedad y CO_2 y un único sensor de NH_3 . El dataset adquirido cuenta con un número masivo de datos, que ha requerido el desarrollo de un proceso estandarizado de análisis y limpieza que se aplica automática y sistemáticamente. En este proceso, se evalúa la completitud del dataset, para identificar eventuales problemas de comunicación de los sistemas instalados, se eliminan eventuales datos anómalos, se calculan los valores medios horarios y se efectúan análisis de frecuencia absoluta y acumulada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El dataset adquirido entre agosto 2024 y febrero 2025 ha sido tratado y presenta cerca de 40.000 datos horarios en total. Por lo que concierne a los sensores de temperatura, humedad y CO_2 , el dataset resulta completo alrededor del 65%, en cuanto al NH_3 , el dataset resulta completo alrededor del 10%. Este bajo porcentaje de completitud es debido a problemas en el protocolo de comunicación. Los datos analizados muestran que la concentración mediana de CO_2 en las dos naves fue de 1300 ppm y se ha mantenido por debajo de los 3000 ppm durante más del 94% del periodo considerado, indicando valores adecuados para la cría de los cerdos. Así mismo, la temperatura mediana del periodo considerado ha sido alrededor de 25 °C.

Los datos analizados permiten tener una panorámica de la situación actual de la calidad de ambiente interior de las naves ganaderas de la península. El dataset que se está adquiriendo, además, podrá ser usado para el cálculo dinámico de las emisiones de CO_2 y NH_3 . El siguiente paso será nutrir un algoritmo de *machine learning* con este dataset para entrenar, evaluar y testear un modelo predictivo capaz de estimar las concentraciones de CO_2 y NH_3 a partir de datos ambientales y de manejo.

CONCLUSIÓN

El enfoque adoptado en el marco de este trabajo permite recopilar una cantidad masiva de datos ambientales de explotaciones ganaderas y abre la puerta a aplicar algoritmos predictivos de machine learning, teniendo en cuenta que la recogida de datos se prolongará hasta 2027 y que podrá combinarse con datos productivos y de bioseguridad generados en el proyecto Biotegania.

Agradecimientos: Proyecto PLEC2023-010275 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033. La participación de Andrea Costantino ha sido posible gracias a la ayuda JDC2022-049782-I financiada por MICIU/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

CATÁLOGO DE INDICADORES BASADOS EN SENSORES PARA MEDIR EL BIENESTAR ANIMAL EN MATADERO DE PORCINO

Ramon-Perez¹*, A., Forkman², B., Manteca¹, X. y Llonch¹, P.

¹Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, 08139 Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, España; ²Section of Animal Welfare and Disease Control, Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Copenhagen, Groennegaardsvej 8, 1870 Frederiksberg C, Denmark

*angela.ramon@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La producción porcina es una de las actividades ganaderas más intensificadas, lo que ha generado una creciente preocupación social por el bienestar animal. Su evaluación requiere el uso de indicadores de bienestar, siendo los basados en el animal los más relevantes. La Ganadería de Precisión (*Precision Livestock Farming*, PLF) ha impulsado el desarrollo de tecnologías que permiten optimizar la producción y monitorizar la salud y el bienestar (Nielsen, 2022). Implementar el uso de estas tecnologías en el matadero permite realizar evaluaciones objetivas y continuas, y monitorizar un gran número de animales. Este estudio tiene como objetivo desarrollar un catálogo de tecnologías PLF que permitan medir indicadores de bienestar en porcino para la evaluación automatizada del bienestar en el matadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos *Web of Science*, *Scopus* y *PubMed* para identificar los principales indicadores de bienestar en porcino. Posteriormente, se llevó a cabo una búsqueda comercial en el motor de búsqueda Google para identificar tecnologías disponibles en el mercado o en desarrollo. Finalmente, se realizó una consulta a 39 expertos en bienestar animal y ganadería de precisión mediante una encuesta online, con el objetivo de confirmar y complementar la información obtenida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha creado un catálogo que incluye 56 tecnologías, de las cuales 14 corresponden a prototipos. Estas tecnologías han sido clasificadas según la fase de evaluación (*antemortem*, aturdimiento o *postmortem*), el dominio y el indicador de bienestar, y el tipo de tecnología. En la fase de *antemortem*, se han identificado tecnologías para evaluar indicadores en los cinco dominios, mientras que en las fases de aturdimiento y *postmortem* sólo se han hallado tecnologías relacionadas con el dominio de salud. En *antemortem*, en el dominio nutrición, se han identificado tecnologías como visión por computador (n=13) y básculas (n=9) para evaluar el peso de los animales y caudalímetros (n=3) para el consumo de agua. En salud, se ha detectado el uso de sensores acústicos para detectar la tos (n=1). En comportamiento, se han obtenido tecnologías de visión por computador para evaluar caudofagia (n=2) y actividad (n=3). En estado mental, se han registrado sensores acústicos para analizar vocalizaciones (n=2) y sistemas de visión por computador para evaluar la interacción humano-animal (n=2) y el recuento automático de animales (n=2). En ambiente, se han identificado sensores acústicos para medir el nivel de ruido (n=1), visión por computador para medir el espacio disponible en los corrales (n=1), y cámaras térmicas (n=4) e infrarrojas (n=2) para medir la temperatura corporal. En aturdimiento, se han localizado tecnologías de visión por computador para evaluar la efectividad del aturdimiento (n=2) y el sacrificio (n=1), así como el uso de cámaras térmicas para este último (n=1). En *postmortem*, se han identificado tecnologías de visión por computador para evaluar lesiones en piel (n=2), cola (n=3) y pulmones (n=2).

CONCLUSIÓN

El catálogo se presenta como una herramienta interactiva online que permite al usuario escoger la tecnología más adecuada para el control de múltiples indicadores de bienestar de toda la cadena productiva des del matadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nielsen, B.L. 2022. Veterinarski Arhiv 92(3): 251-257.

Agradecimientos: Proyecto Europeo aWISH (grant agreement: 101060818).

EFFECTO DEL MOMENTO DE LA SALIDA AL EXTERIOR Y DE LOS IMPLANTES DE MELATONINA EN LA TEMPERATURA CORPORAL DE POLLOS DE CRECIMIENTO LENTO

Nieto^{1*}, J., Plaza¹, J., Pérez-García¹, M.E., Abecia², J.A. y Palacios¹, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca.
Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España; ²IUCA, UNIZAR, Zaragoza, España
jaimenl@usal.es

INTRODUCCIÓN

La melatonina regula el reloj biológico, el metabolismo energético y la temperatura (T) corporal en aves de corral (Çalişlar *et al.*, 2018). En este contexto, la T ambiental durante las primeras etapas de cría de los pollos de engorde es crítica para su desarrollo (Oke *et al.*, 2020). Su T corporal, al igual que en otros animales homeotérmicos, puede fluctuar al estar expuestos a variaciones en la T ambiental. Dado que se promueven sistemas de producción que incluyen acceso al aire libre durante parte de su ciclo de vida (Palacios, 2021), el presente estudio analizó cómo la salida al exterior, realizada en diferentes momentos del ciclo de vida, influye en la T corporal de pollos de engorde de crecimiento lento, criados bajo un sistema de producción ecológica. Además, se evaluó el efecto de los implantes de melatonina en la regulación de la T corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 256 pollos de crecimiento lento machos *Coloryield* de 1 día de edad (PV: $39,6 \pm 0,06$ g) se dividieron homogéneamente en 32 corrales de 8 aves cada uno. A los 7 días de vida se les implantó a 2 pollos de cada corral (64 pollos) un transpondedor (Sure Petcare Thermochip Mini®, MSD Animal Health 1,5x10,7 mm) en el músculo pectoral torácico (pechuga) para medir la T corporal. Además, la mitad de los animales recibió un implante subcutáneo de melatonina (18 mg, Melovine, CEVA Salud Animal, Barcelona). Se realizaron 4 grupos, de 8 corrales, y cada uno salió al exterior a los 22, 28, 36 o 50 días de vida. Hasta su salida se mantuvieron en un local cerrado con T controlada. El ensayo finalizó a los 85 días de edad. La lectura de la T corporal se realizó con un lector (SureSense Universal Microchip Reader) acercándolo a la zona de implantación, realizando mediciones a lo largo del ensayo. Se realizó una prueba t de muestras emparejadas para comparar la última medición en el alojamiento interior con la primera medición en el exterior de cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, en los animales que no recibieron el implante de melatonina hubo diferencias ($p=0,003$) en la última T corporal tomada en el alojamiento interior respecto a la primera medición al exterior ($40,9 \pm 0,10$ vs. $40,7 \pm 0,11$ °C). A los 22 días de vida hubo diferencias entre la temperatura interior respecto a la inmediatamente exterior ($p=0,037$), ($41,3 \pm 0,10$ °C vs. $41,0 \pm 0,19$ °C, respectivamente). A los 28 días también hubo diferencia entre mediciones ($p=0,001$) ($40,4 \pm 0,28$ vs. $39,7 \pm 0,37$ °C). En cambio, a los 36 días de vida no hubo diferencias ($p=0,127$) ($41,0 \pm 0,10$ vs. $40,9 \pm 0,09$ °C) ni tampoco a los 50 días de vida ($p=0,462$) ($40,6 \pm 0,39$ vs. $40,7 \pm 0,31$ °C). Durante las primeras etapas de vida, la capacidad por mantener una temperatura corporal estable está más limitada. En todos los grupos que recibieron los implantes, las diferencias encontradas desaparecieron ($P>0,05$), afianzando los efectos que la melatonina tiene sobre la fisiología aviar en general y en la regulación del calor corporal en particular (Çalişlar *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

En pollos de engorde de crecimiento lento, la salida al exterior por debajo de las 4 semanas de vida supone un estrés térmico en el momento de la salida. Esta bajada de temperatura corporal desaparece tras la colocación de implantes de melatonina. Por encima de las 5 semanas de vida no sufren ningún cambio en su temperatura corporal debido a un mayor desarrollo de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baarendse *et al.* 2007. *World's Poult. Sci* 63(2): 267-276.
- Çalişlar *et al.* 2018. *Kahramanmaraş Sut. Imam Univ. Agric. Nat. J* 21(6): 987-997.
- Oke *et al.* 2020. *J. Therm. Biol* 88: 102517.
- Palacios, C. 2021. ISBN 978-84-18020-88-9.
- Thornton, P.A. 1962. *Poult. Sci* 41(4): 1053-1060.

Agradecimientos: al departamento de Agrarias del I.E.S. Torres Villaroel.

SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA MONITORIZAR LA ACTIVIDAD Y EL COMPORTAMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE ALOJADOS EN GRUPO

Tarrés¹*, J. y Sanchez², J.P.

¹Programa de Genética y Mejora Animal, IRTA, 08140 Caldes de Montbui, España;

²Departamento de Genética, Universidad de Córdoba, C5,

Campus de Rabanales, 14014, Córdoba, España

*joaquim.tarres@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Un importante porcentaje de los recursos usados por el animal en crecimiento se destina a la actividad física. El objetivo de esta comunicación es presentar un sistema de visión artificial para cuantificar el grado de actividad física de forma grupal en pollos de engorde y el comportamiento y las interacciones entre los animales del grupo, o la detección precoz de brotes patológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La identificación de objetos en una imagen consiste en asignar cada píxel a alguna de las distintas clases que hayamos definido y agrupar los píxeles cercanos de una misma clase. Una de las herramientas más avanzadas y eficientes para realizar esta tarea es la librería MaskR-CNN (He *et al.*, 2018), que se basa en redes neuronales profundas. MaskR-CNN genera una tabla con tantas filas como objetos detectados, recogiendo su clase y las coordenadas del rectángulo más pequeño que lo puede englobar. Los rectángulos de los sucesivos fotogramas se han de ordenar para que la asignación de cada rectángulo corresponda siempre al mismo individuo. Para esto se empleó la librería SORT (Bewley *et al.*, 2017) que máxima el grado de solapamiento de los rectángulos en las sucesivas imágenes. El entrenamiento de la red neural se realizó con fotos de cuatro cámaras de 3,280 x 2,464 píxeles colocadas en el techo de cuatro corrales. Cada cámara registraba toda la superficie de un corral (22 pollos por corral) de 2 m de lado, la imagen de cada corral tenía 840 píxeles de lado. Las imágenes para el entrenamiento se recogieron de un lote de producción y representaba, de forma aleatoria, distintos momentos del engorde (0-35 días). Se escogieron imágenes que permitieran distinguir de forma precisa los animales, pero también se usaron imágenes en las que los pollos se amontonaban dificultándose su identificación individual. En el lote de entrenamiento se emplearon técnicas de aumento de datos. En cada lote se reservó un grupo de imágenes anotadas para poder validar las identificaciones que el sistema generaba. Las imágenes para el seguimiento se grabaron a 25 fotogramas por segundo. La actividad de los animales se midió como la suma de las distancias euclídeas entre las posiciones de un mismo animal en los distintos fotogramas. Se corrigió el ruido producido por el posicionamiento de los animales en puntos distintos, aunque no haya habido movimiento acumulando solo las distancias superiores a 10 píxeles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precisión de la identificación en imágenes fue muy elevada incluso incluyendo imágenes donde los animales se amontonan (mean Average Precision (mAP) $\geq 0,95$). La posición de los animales en los fotogramas nos permitió hacer mapas de calor donde vimos que durante la primera semana de vida los animales se posicionaban cerca de los comederos y bebederos de arranque. Una vez sacados estos se concentraban cerca de los comederos y bebederos de finalización y a partir de los 15 días se empezaban a dispersar por todo el corral. Con respecto al seguimiento de los animales en sucesivos fotogramas, las identificaciones asignadas en el primer fotograma se mantienen de forma casi constante a lo largo de todo el video. Al medir la actividad vimos que los pollos se mueven unos 30 metros por hora durante los primeros quince días de vida y que la actividad disminuye a 15 metros por hora a medida que aumenta el peso corporal y disminuye la intensidad lumínica.

CONCLUSIÓN

Se dispone de un sistema de visión artificial que nos puede permitir identificar y seguir pollos alojados en grupo. Se trata de un desarrollo en ciernes que esperamos mejorar en los próximos meses, implementando los algoritmos que permitan allanar el ruido en el posicionamiento de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bewley, A. *et al.* 2017. <https://arxiv.org/pdf/1602.00763> • He, K. *et al.* 2018. <https://arxiv.org/pdf/1703.06870v3.pdf>

Agradecimientos: Financiado por los proyectos PID2021-128173OR-C21 y RTI2018-097610-R-I00.

RECONOCIMIENTO DE ANGULACIONES ARTICULARES DE CABALLOS EN MOVIMIENTO

Sánchez^{1,2*}, J.P., Trigo³, P., Aranda¹, L.F., Arjona¹, M.Y., Molina¹, A. y Demyda-Peyrás¹, S.

¹Dpto. de Genética, Universidad de Córdoba, Edif. C Campus de Rabanales, 14001, Córdoba;

²Programa de Genética y Mejora Animal, IRTA, Torre Marimon, 08140, Caldes de Montbui;

³Dpto. de Producción Animal. Universidad Nacional de La Plata.

CCT CONICET La Plata. Calle 118 s/n La Plata 1900 Argentina

*juanpablo.sanchez@uco.es

INTRODUCCIÓN

En la funcionalidad locomotora del caballo intervienen un gran número de caracteres. Es muy relevante la detección de defectos que puedan comprometer la funcionalidad y el bienestar del animal, y también lo es la cuantificación de la variabilidad de estos caracteres. Ejemplos pueden ser longitudes y perímetros de diversas regiones, y también angulaciones articulares. La medición de estas características tradicionalmente se ha hecho por personal especializado, bien *in-situ* o *a posteriori* procesando videos grabados (Pérez-Ruiz *et al.*, 2020). Para agilizar estos procesos de evaluación morfológica y de funcionalidad dinámica se propone el uso de técnicas de visión por computador. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar si una herramienta diseñada el reconocimiento postural puede usarse para monitorizar las angulaciones de las extremidades de caballos durante pruebas deportivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han empleado 50 videos de aproximadamente 5 segundos tomados durante una competición de funcionalidad de Caballo Peruano de Paso en 2023 en la Lima (Perú). En ellos se ve a un animal, generalmente montado, que cruza de izquierda a derecha a una distancia de la cámara de entre 8 y 10 metros. Se trata de videos de 720 x 1280 píxeles (px) a una velocidad de 30 fotogramas por segundo. Se ha utilizado el programa DeepLabCut (Mathis *et al.*, 2018) para procesar los videos. De cada uno se extrajeron 20 fotogramas y en ellos se anotaron 22 regiones anatómicas. 531 fotogramas se usaron para reentrenar el modelo "superanimal quadruped" de DeepLabCut, en su versión "hrnet32". Este modelo incluye la detección del animal usando una red convolucional del tipo "ResNet50". Se empleó un procedimiento de "Transfer Learning" para ajustar los parámetros de la red a nuestro propio problema, lo que supone la modificación de la última capa de la red para adaptarla al número concreto de puntos de nuestro caso. Otros 178 fotogramas anotados se mantuvieron como conjunto de validación. Adicionalmente, con 6 videos no anotados se simuló el uso del modelo. Con estos videos se obtuvieron los archivos de texto que contenían las posiciones de las regiones detectadas y que son la base para los subsiguientes análisis de la funcionalidad locomotora de cada animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre el conjunto de validación la mejor "mean average precision" (mAP) de las 22 regiones a detectar fue de 90,79%, y se obtuvo en la iteración 1,050. En esa iteración la raíz del error cuadrático medio (rmse) de la detección fue de 11,7 px, lo que supone menos de un 1% de la diagonal de las imágenes. El error por regiones varió entre 2,9 px para el ollar, y 23,7 px para la babilla. Las coordenadas de cada punto quedan salvadas en un fichero de texto donde cada fotograma es un registro. Este fichero puede utilizarse para detectar, en base a la posición relativa de los puntos, determinadas situaciones de interés durante la marcha, como, por ejemplo, el apoyo delantero derecho, y determinar para él las posiciones relativas (ángulos) de las otras regiones.

CONCLUSIÓN

DeepLabcut parece una herramienta con potencial para la cuantificación de caracteres morfológicos y funcionales de animales en movimiento. Se hace necesaria, no obstante, la definición de un protocolo para la estandarización de la toma de imágenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Mathis *et al.* 2018. Nature Neuroscience 21: 1281-1289 • Pérez-Ruiz *et al.* 2020. Computers and Electronics in Agriculture 174: 105510.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto PID2021-128173OR-C21.

CALIDAD DE LOS **P**RODUCTOS

INFORMACIÓN Y PREFERENCIAS DE MIEL

Uldemolins^{1*}, P., Maza², M.T. y De-Magistris¹, T.

¹Unidad Transversal de Economía Agroalimentaria CITA- IA2,
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España;

²Dpto. Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Facultad de Veterinaria,
Universidad de Zaragoza-IA2. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España

*mazama@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El sector apícola tiene una gran importancia económica pero también medioambiental al desempeñar las abejas un papel esencial en la polinización de cultivos y ecosistemas. España es el país de la UE con mayor número de colmenas, 2,8 millones, el 14% de la UE (MAPA, 2023). Sin embargo, una gran parte de los consumidores desconocen el proceso de producción o las características diferenciales de la miel. El objetivo de este trabajo es explorar como influye la información del paisaje de producción en el comportamiento de elección de miel dependiendo del formato de presentación de esta información.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó un experimento entre consumidores de miel para comprobar si «evocar el paisaje de la zona de producción de miel» con (i)fotografías, (ii)video 2D y (iii)video 3D, podría afectar al comportamiento de elección de los encuestados. Se realizó una encuesta a 400 consumidores de miel, entre febrero y abril de 2022 que incluía un experimento hipotético de elección (CE) y se generaron cuatro grupos de participantes. Cada uno visualizaba imágenes del paisaje de producción en un formato diferente antes de realizar el CE. El grupo control no visualizaba ninguna imagen. Cada participante tenía 9 tareas de elección con dos alternativas de tarros de miel de 500 gramos y una opción de no compra. Se consideraron tres atributos con tres niveles cada uno: origen (España, Aragón y Teruel), tipo floral (romero, tomillo y multifloral) y precio (3,5; 4,5 y 5,5 €). Se estimaron los coeficientes de utilidad para cada nivel de los atributos con un *Generalized multinomial logit model* (Fiebig *et al.*, 2010) y se calculó la disposición a pagar (DAP) como el cociente entre el coeficiente de cada atributo y el coeficiente monetario. Se utilizó el test de Poe (Poe *et al.*, 2005) para comprobar diferencias en la DAP entre grupos (Lusk and Schroeder, 2004; De-Magistris *et al.*, 2013; Bazzani *et al.*, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron diferencias significativas en la disposición a pagar cuando se muestra el paisaje frente a cuando no se muestra. Comparando el grupo que visualizó fotografías y el grupo que visualizó el video 2D, ambos presentaron una mayor DAP por la variedad romero que el grupo control.

El grupo que visualizó el video de realidad virtual presentó una mayor DAP por todos los atributos y niveles que el grupo control. También se encontraron diferencias significativas en la DAP entre los distintos formatos de presentación del paisaje de producción (fotos, 2D y 3D). Al aumentar el grado de inmersión en el formato de presentación del paisaje de producción, aumenta la DAP por el origen.

CONCLUSIÓN

Según estos resultados añadir información sobre el paisaje de producción de la miel, parece que afecta las preferencias de los consumidores. En particular la utilización del formato de realidad virtual como medio de mostrar esta información, parece influir en las preferencias hacia el origen, aumentando la disposición a pagar por mieles de origen local. Lo cual indica que podría ser una herramienta de promoción a tener en cuenta para añadir valor a la miel de producción local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bazzani *et al.*, 2017, *Econ. Inq.* 55(1): 383-396. • De-Magistris *et al.*, 2013, *AJAE* 95(5): 1136-1154. • Fiebig *et al.*, 2010, *Mark. Sci.* 29(3): 393-421. • Lusk y Schroeder, 2004, *AJAE* 86(2): 467-482. • MAPA 2023 Indicadores económicos sector apícola 2023 • Poe *et al.*, 2005, *AJAE* 87(2): 353-365.

Agradecimientos: FITE MIEL 2 "Recuperar la miel para recuperar el territorio" y Ayuda PRE2019-087635 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE "El FSE invierte en tu futuro".

VACUNO DEL PIRINEO: ELEMENTOS DIFERENCIADORES PARA EL CONSUMIDOR

Sanjuán^{1,2}, A.I. y Gracia,^{1,2*} A.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
Avda Montañana 930, 50059, Zaragoza; ²Instituto Agroalimentario
de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza)

*agracia@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La cría del ganado vacuno en zonas de montaña está ligada a razas autóctonas y a sistemas semi-extensivos, donde la alimentación se basa en buena medida en pastos de la zona, favoreciendo la biodiversidad, el bienestar animal, y contribuyendo a la sostenibilidad socioeconómica del territorio y al mantenimiento del patrimonio paisajístico y gastronómico de la zona. Todo ello son valores que responden a inquietudes actuales de los consumidores, y que podrían potenciarse en aras del mantenimiento de un consumo de carne de vacuno responsable. Es más, algunos estudios apoyan unas cualidades nutritivas y cardiosaludables superiores a las presentadas por la carne producida en sistemas más intensivos, lo que puede reforzar la identidad de la carne producida en sistemas de montaña como una carne de calidad superior.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para comprobar el papel de estos elementos potencialmente diferenciadores, se llevó a cabo un experimento de elección hipotético dirigido a una muestra representativa de 400 consumidores en Aragón, región en la que se enclava parte de la cordillera Pirenaica. Cada consumidor se enfrentaba a 4 elecciones, con cinco productos alternativos, cada uno de los cuales añadía una característica sobre el sistema de producción: convencional; raza autóctona del Pirineo; raza autóctona criada en el Pirineo; autóctona y criada en el Pirineo con pastos de la zona; y autóctona criada en el Pirineo y ecológica (Lusk y Schroeder, 2004). Dichas carnes, incorporaban además un precio, según el rango observado en el mercado. La muestra se dividió aleatoriamente en dos submuestras, con un perfil sociodemográfico equivalente, y a una de ellas se informaba de la composición nutricional de cada carne alternativa, según información previamente contrastada con la literatura y especialistas involucrados en el mismo proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que añadir información sobre las características productivas favorecen la elección y la disposición a pagar (DAP), tanto en ausencia como en presencia de la etiqueta nutricional. Tal valor incremental es máximo al diferenciar la carne como procedente de razas autóctonas del Pirineo frente a una carne convencional (6€), seguido por la alimentación con pastos (3€), y la certificación ecológica (2€). El mayor impacto de la información nutricional se observa en la elección y disposición al pago por la carne de razas autóctonas frente a la convencional (2.4€ por encima de la DAP sin información nutricional), gracias a unos parámetros nutritivos mejores, en tanto que, en el resto de las características productivas incrementales, no se observan diferencias sustanciales.

CONCLUSIÓN

Enfatizar los elementos consustanciales al sistema de producción semi-extensivo, el uso de razas autóctonas y de pastos es un reclamo comercial con una valoración económica positiva, en tanto que el uso de un etiquetado nutricional contribuye a la diferenciación con respecto a la carne convencional. Los términos ‘Pirineos’ y ‘pastos’ evocan una señal de calidad potente que no requiere de ser reforzada con una etiqueta nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lusk, J.L., Schroeder, T.C. 2004. Am. J. Agric. Econ. 86(2): 467-482.

Agradecimientos: Investigación financiada por el programa operativo EU-FEDER de cooperación territorial entre España, Francia y Andorra, 2014-2020 (POCTEFA), Proyecto DietaPYR2.

¿DÓNDE COMPRAR CARNE DE VACUNO DE RAZAS AUTÓCTONAS? PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES

Gracia^{1,2*}, A. y Ballco^{1,2}, P.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza; ²Instituto Agroalimentario
de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza)

*agracia@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de razas autóctonas no solo contribuye al mantenimiento de la diversidad genética, sino que, al desarrollarse principalmente en sistemas extensivos, promueve el bienestar animal y favorece la sostenibilidad del medio rural. Además, cuando esta carne cuenta con una etiqueta que identifica su origen racial, como el logo “100% raza autóctona”, se garantiza al consumidor que está comprando un producto local, autóctono y sostenible. A priori, la forma más adecuada para su comercialización sería a través de canales cortos, que fomentan una conexión directa entre productores y consumidores. No obstante, estos circuitos pueden no ajustarse a las preferencias de los consumidores debido a la conveniencia en la compra y a la escasa accesibilidad de estos canales. En este contexto, el objetivo de este estudio es identificar las preferencias de los consumidores respecto a los distintos establecimientos de venta de carne de vacuno de razas autóctonas. En concreto, se busca establecer un orden de preferencia entre cinco modalidades de comercialización: carnicerías, supermercados/hipermercados, grupos de consumo, venta directa en la finca del ganadero e internet.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un método directo de ranking u ordenación de preferencias, en el que los encuestados deben ordenar sus preferencias por distintos establecimientos de venta (Lagerkvist, 2013) lo que proporciona una medida de la importancia que asignan al comprar carne de vacuno de razas autóctonas a cada modalidad de comercialización. Los datos se recopilieron mediante una encuesta en línea a una muestra de 400 consumidores de carne de vacuno de Aragón, estratificados por género, edad y provincia de residencia. En primer lugar, se calculó la media y el porcentaje de encuestados asociados a los valores de la ordenación para cada tipo de venta. En segundo lugar, se desglosó el ranking de los consumidores en una secuencia de elecciones subyacentes y se aplicó un modelo Logit Mixto de Rango Ordenado. Este modelo permite verificar si las preferencias de los consumidores son heterogéneas y, en caso afirmativo, clasificarlos en segmentos homogéneos mediante un análisis clúster no jerárquico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que los establecimientos de venta preferidos por los consumidores siguen el siguiente orden: carnicerías, supermercados/hipermercados, venta directa en la finca del ganadero, grupos de consumo e internet. Además, se identificó heterogeneidad en las preferencias y se detectaron ocho segmentos de consumidores. En todos los segmentos, la compra en internet se sitúa como la opción menos preferida. En cuatro de los segmentos, los consumidores prefieren comprar en carnicerías, seguido de supermercados. Por otro lado, en tres segmentos, la preferencia se invierte: los supermercados ocupan el primer lugar, y las carnicerías, el segundo. En estos siete segmentos, la compra directa y a través de grupos de consumo se sitúan en tercero y cuarto lugar, respectivamente. Sin embargo, uno de los segmentos, aunque prioriza las carnicerías como primera opción, prefiere la compra directa por encima de los supermercados. Los consumidores de este segmento se caracterizan por una mayor tendencia a comprar carne en carnicerías tradicionales. Asimismo, estos consumidores valoran en mayor medida que la carne provenga de sistemas de producción extensivos, que los animales sean sacrificados cerca de la explotación y que se proporcione información detallada sobre el productor y el sistema de producción.

CONCLUSIÓN

Los consumidores suelen comprar carne de vacuno en supermercados y carnicerías, pero cuando se trata de carne de razas autóctonas, la mayoría de los consumidores prefieren las carnicerías y los supermercados. No obstante, existe un segmento minoritario (13%) que prioriza las carnicerías como primera opción, seguida de la compra directa en la explotación y, en tercer lugar los supermercados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lagerkvist, C.J. 2013. Food Qual. Prefer. 29 (2): 77-88.

UNA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CARNE DE VACUNO OBTENIDA EN LA DEHESA: RESULTADOS PRELIMINARES

Cantarero-Aparicio^{1*}, M.A., Perea¹, J.M., Claros-Zafra¹, J., Gallardo-Bolaños², J.M. Landeta-Onieva³, L., Valera⁴, P. y Angón¹, E.

¹Dpto de Producción Animal, Universidad de Córdoba. C.U. Rabanales. 14071. Córdoba. España;

²Real Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto, C/ Castelló, 45, 28001. Madrid, España; ³Real Unión de Criadores de Toros de Lidia. C/ Eduardo Dato, 7, 28010. Madrid, España;

Gestión de Programas de Cría, 35017. Las Palmas de Gran Canaria, España

*t42caapm@uco.es

INTRODUCCIÓN

La raza de Lidia es una de las raza bovina autóctonas más emblemáticas de España. Destaca por su importante censo, amplia distribución, su elevada vinculación a la dehesa y por su fuerte arraigo cultural (Lomillos y Alonso, 2020). Sin embargo, su conservación enfrenta retos que requieren de estrategias innovadoras enfocadas en reforzar la conexión con el consumidor. Debido al predominio del uso de machos en lidia y festejos, y a la escasa caracterización sensorial de su carne, la carne de Lidia aún permanece en gran parte inexplorada. Por ello, en este estudio tratamos de analizar las propiedades sensoriales de la carne de hembras de desecho de tiente en comparación con la de otros sistemas de producción típicos en la dehesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 40 hembras de 23 ± 6 meses de edad (10 por sistema de producción): ganadería de Lidia (LID), cebo de campo con raza autóctona (CC), cebo convencional con raza autóctona (CCA) y cebo convencional con cruce industrial (CCI). Las muestras procedieron del m. *Longissimus lumborum*, envasado al vacío y madurado durante 14 días en una cámara de refrigeración. En el análisis sensorial participaron 131 consumidores de tres ciudades españolas, organizando dos sesiones por ciudad (con entre 20 y 25 consumidores por sesión). Para la evaluación sensorial se utilizó la metodología de Angón et al. (2022). Las variables analizadas sensorialmente fueron: color, olor, jugosidad, sabor, ternura y valoración global. Los datos se analizaron mediante modelos lineales mixtos (GLMM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de producción tuvo efectos significativos sobre las variables sensoriales. La carne de CCI recibió las mejores valoraciones en sabor, jugosidad, ternura y valoración global ($P < 0,001$). Tanto LID como CCI destacaron en color ($P < 0,005$), mientras que CCA obtuvo las menores valoraciones en color y jugosidad, probablemente debido a las características más oscuras y menos jugosas de las razas rústicas (Conanec et al., 2021). El sabor fue similar en LID, CC y CCA ($P < 0,05$). En cuanto a ternura, CC y CCA tuvieron los peores resultados ($P < 0,001$), posiblemente por la menor edad de sacrificio en CCI (Herron et al., 2021), asociada a una mayor ternura (Lopez-Pedrouso et al., 2020). La valoración global fue superior en CCI ($P < 0,01$), posiblemente debido al efecto mejorante de la raza industrial (Albechaalany et al., 2024). Como era de esperar, la ciudad y el consumidor influyeron significativamente en las variables sensoriales ($P < 0,05$), subrayando la diversidad en las preferencias del consumidor.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la carne de hembras de raza de Lidia, a pesar de ser tradicionalmente considerada un subproducto de menor valor, presenta características sensoriales que podrían posicionarla favorablemente frente a otros sistemas de producción típicos de la dehesa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albechaalany, J., Ellies-Oury, M.P., Saracco, J., Campo, M.M., Richardson, I., Ertbjerg, P., Failla, S., Panea, B., Williams, J., Christensen, M., Hocquette, J.F. 2024. *Livestock Sci* 280: 105395.
- Angón, E., Requena, F., Caballero-Villalobos, J., Cantarero-Aparicio, M., Martínez-Marín, A.L., Perea, J.M. 2021. *Animals*, 12(1): 6.
- Lomillos, J.M., Alonso, M.E. 2020. Morphometric characterization of the Lidia cattle breed. *Animals*, 10(7): 1180.
- López-Pedrouso, M., Rodríguez-Vázquez, R., Purriños, L., Oliván, M., García-Torres, S., Sentandreu, M.Á., Lorenzo, J., Zapata, C., Franco, D. 2020. *Foods*, 9(2): 176.
- Conanec, A., Campo, M., Richardson, I., Ertbjerg, P., Failla, S., Panea, B., Chavent, M., Saracco, J., Williams, J., Ellies-Oury, M., Hocquette, J.F. 2021. *Livestock Sci*, 250: 104548.

EVALUACIÓN DE UN CRUZAMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA RAZA GALLINA MURCIANA: CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL

Martínez-Martínez^{1*}, L., Rey-Antón¹, S., Vallecillos¹, A., Orengo², J., Escobar, S³. y Armero¹, E.

¹Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Pº Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España; ²Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.

Campus de Espinardo 30100, Murcia, España; ³Departamento de I+D+i, Avícola Levantina S.A, carretera F-14, Km 1, 30708, El Jimenado, Murcia, España

*laura.martinez@edu.upct.es

INTRODUCCIÓN

La Gallina Murciana es una raza autóctona de la Región de Murcia, incluida en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España y recientemente certificada con el sello de calidad Raza 100% Autóctona "Murciana" por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Esta raza destaca por su resistencia a enfermedades y su adaptación a climas adversos, además de criarse habitualmente en sistemas ecológicos o extensivos, lo que contribuye al bienestar animal. Presenta un crecimiento lento, y bajos rendimientos productivos (MAPA, 2016), pero sus productos son apreciados por su sabor y calidad. No obstante, su bajo rendimiento en comparación con razas industriales la ha situado en peligro de extinción. Por ello, el presente estudio propone un cruzamiento con una línea industrial con mayor aptitud cárnica, con el objetivo de mejorar la competitividad del producto final sin perder las características de calidad propias de la Gallina Murciana, asegurando su viabilidad y preservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este ensayo se criaron pollos macho de tres tipos genéticos: Gallina Murciana 100% (100GM, n = 64), Hubbard JA757 100% (0GM, n = 86), y su cruzamiento: 50% GM-50% JA757 (50GM, n = 76), los cuales se repartieron de forma balanceada en tres lotes de engorde. Los pollos se criaron en condiciones semi-extensivas en las instalaciones de la Estación Experimental Agroalimentaria Tomás Ferro (UPCT), con alimentación *ad libitum*, sacrificándose al alcanzar un peso aproximado de 2,7 kg. Para evaluar los caracteres de crecimiento y rendimientos productivos, se registró el peso semanal, el peso vivo al sacrificio, y el consumo de pienso total por grupo; calculando la Ganancia Media Diaria a los 49 días (GMD₀₋₄₉) y el Índice de Conversión por grupo (IC). Tras el sacrificio, se evaluó la calidad de la canal, calculando su rendimiento, y las principales partes comerciales, determinando el porcentaje de cuartos traseros y de pechuga. Los datos fueron analizados mediante un modelo lineal general con el programa estadístico R (v4.3.3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La línea 50GM se posicionó entre las líneas 100GM y 0GM, pareciéndose más a la 100GM para los caracteres de crecimiento. Así, a los 49 días, los pollos 50GM alcanzaron un peso de 1339 ± 25 g, superior a los 809 ± 20 g de los 100GM, pero inferior a los 2904 ± 17 g de los 0GM. Esta diferencia de peso se reflejó también en el Índice de Conversión (IC), siendo de $2,82 \pm 0,23$ g/g en 50GM, frente a los $4,04 \pm 0,23$ g/g de 100GM y los $1,84 \pm 0,23$ g/g de 0GM. La línea 50GM presentó un rendimiento de canal ligeramente superior que la línea 100GM, pero inferior a la 0GM ($73,6 \pm 0,22\%$, $74,8 \pm 0,23\%$, y $78,2 \pm 0,18\%$, para 100GM, 50GM y 0GM, respectivamente). Esta tendencia también se mantuvo en la distribución de la canal, mejorando el porcentaje de pechuga en un 2,8% con respecto a 100GM ($14,5 \pm 0,24\%$, $17,3 \pm 0,24$, $26,6 \pm 0,19\%$ para 100GM, 50GM y 0GM, respectivamente), pero con un porcentaje de cuartos traseros ligeramente inferior ($30,7 \pm 0,15\%$, $30,0 \pm 0,14\%$, $27,2 \pm 0,11\%$, para 100GM, 50GM y 0GM, respectivamente).

CONCLUSIÓN

El cruzamiento entre la Gallina Murciana y Hubbard JA757 mejora los índices productivos y reduce los periodos de engorde, mostrándose como una opción comercialmente viable. Sin embargo, es necesario extender el estudio incluyendo el análisis de la calidad de la carne y la actividad digestiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA. 2016. Programa de Conservación y Mejora de la Gallina Murciana.

Agradecimientos: A la Fundación Séneca por la beca predoctoral 21849/FPI/22, cofinanciada por Avícola Levantina S.A. Región de Murcia (Spain). Proyecto financiado por la CARM a través del Programa Regional de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia 2024 de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

ELABORACIÓN DE UNA HAMBURGUESA CON CARNE DE GALLINA AUTÓCTONA GALLEGA CRIADA EN RÉGIMEN ECOLÓGICO

Agregán¹, R., Echegaray¹, N., García¹, L., Vázquez¹, L. y Lorenzo^{1,2*}, J.M.

¹Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España;

²Área de Tecnoloxía dos Alimentos, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*jmlorenzo@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos de origen animal ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, especialmente aquellos procedentes de aves de corral, puesto que su carne es más nutritiva y sensorialmente más apetecible que otras, además de poseer unos precios más económicos que la carne roja y otros productos animales (Alessandroni *et al.*, 2024). A todo esto, hay que sumar el atractivo generado por una crianza animal sostenible que prioriza el bienestar del ganado (Font-i-Furnols *et al.*, 2023). En este contexto, se pretendió caracterizar nutricionalmente una hamburguesa elaborada a partir de carne de gallina ecológica alimentada con materias primas autóctonas de Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron hamburguesas con carne de gallina de desvieje de Raza Mos, conocida como Galiña de Mos, en las instalaciones del Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, Ourense. En la formulación se empleó carne de la pechuga y el muslo de dichas aves, las cuales fueron criadas durante 18 meses por Sueiro y Lorenzo Avicultura Artesanal SL, Villar de Barrio, Ourense, y alimentadas a base de maíz, trigo y guisantes locales procedentes de agricultura ecológica. La calidad de las hamburguesas se determinó mediante análisis de la composición química (humedad, proteína, grasa, hidratos de carbono, azúcares totales y cenizas), valor energético y perfil de ácidos grasos en 6 hamburguesas distintas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hamburguesas elaboradas tuvieron un contenido en macronutrientes similar a otras producidas con carne de aves de corral (Timón *et al.*, 2023), con un contenido en proteínas de 17,43 g/100 g de producto. Sin embargo, la proporción de grasa fue superior. Hecho atribuible a la edad de las gallinas utilizadas, habiendo superado ya su ciclo productivo, a la alimentación a base de cereales y legumbres e incluso a la Raza Mos (Vargas-Ramella *et al.*, 2022). Por otro lado, el perfil lipídico presentó un abundante porcentaje de grasa saturada y especialmente monoinsaturada (36,32 y 46,39% del total de ácidos grasos analizados), como cabría esperar, siendo los ácidos grasos palmítico (C16:0), oleico (C18:1n-9) y linoleico (C18:2n-6) los más representativos. Este hallazgo concuerda con el obtenido en un estudio reciente que comparaba pollos broilers con gallinas de desvieje (El-Tarabany *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

La carne de aves de corral sacrificadas a una edad tardía es habitualmente considerada de escasa aptitud culinaria debido a su menor calidad sensorial respecto a animales más jóvenes. Sin embargo, este trabajo demuestra que la carne de una Gallina de Mos puede ser seguir siendo rica en macronutrientes y poseer un perfil lipídico similar a carnes de aves de corral más jóvenes. Esto sumado a una cría y alimentación sostenible puede ayudar a revalorizar la carne de estos animales con pedigrí habitualmente descartados por su edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alessandroni, L. *et al.* 2024. Eur. Food Res. Technol. 250: 771-783. • El-Tarabany, M.S. *et al.* 2022. Front. Vet. Sci. 9: 948357. • Font-i-Furnols, M. 2023. Foods. 12(11): 2144. • Timón, M.L. *et al.* 2023. Foods. 12(20): 3820. • Vargas-Ramella, M. *et al.* 2022. Ann. Anim. Sci. 22(1): 477-500.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto 2021/074A del “Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020” y con fondos FEADER. R. Agregán y N. Echegaray y agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de sus becas postdoctorales (IN606B-2022/005 y IN606B-2022/006, respectivamente). Estos autores y J.M. Lorenzo son miembros del Grupo de Referencia Competitivo “FunFood” (Alimentos Funcionales), financiado por la GAIN (número de subvención IN607A2023/01).

EFFECTO DE HARINAS DE INSECTO EN ARRANQUE SOBRE EL COLOR DE LA CARNE DE POLLO BROILER

Campo^{1*}, M.M., Romero¹, J.V., Díaz¹, J., Resconi¹, V.C., Olleta¹, J.L. y Berrocal², R.

¹IA2 Instituto agroalimentario, Universidad de Zaragoza-CITA, 50013-Zaragoza;

²UVES.A, 34500 Tudela, Spain

*marimar@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El color de la carne es un factor muy importante en la decisión de compra de los consumidores (Campo *et al.*, 2020), el cual está condicionado por pigmentos que proceden de la alimentación, entre otros factores. La harina de insectos es una fuente de proteína alternativa a las materias primas tradicionales utilizadas en la alimentación de los animales, que todavía está en desarrollo y de la que se desconocen todos los efectos que puedan tener sobre la calidad del producto. Este trabajo se ha realizado con el objetivo de valorar el efecto de la inclusión de diversas harinas de insecto en el pienso de arranque sobre el color de la carne de pollo broiler.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 28 boxes de 2x2m de la granja experimental del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza. En cada box fueron alojados 50 pollitos machos de 1 día de edad, divididos en cuatro tratamientos dependiendo de la composición del pienso de arranque hasta los 14d: Control, T2 (5% harina A de *Tenebrio*), T3 (5% harina B de *Tenebrio*) y T4 (4% harina de *Acheta*). Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas. A partir de los 14 días, todos los lotes consumieron el mismo pienso de crecimiento hasta los 42d. A las 24h tras el sacrificio en matadero, se extrajeron las pechugas de 12 canales por lote en las que se midió el pH por penetración (XS instruments) y el color en el interior por reflectometría (MINOLTA CM600d). También se valoró la presencia y gravedad de miopatías (Kuttappan *et al.*, 2012). Los datos se analizaron mediante un Modelo Lineal General con el paquete estadístico SPSS 29.0, y las diferencias entre medias a través del test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se han encontrado diferencias significativas de pH entre tratamientos que pudiesen justificar diferencias en el color, con valores medios entre 5,59 y 5,69 según los lotes. Tampoco se observaron diferencias entre tratamientos en la incidencia de miopatías, tales como la pechuga de madera o las estrías blancas, las cuales podrían haber provocado variaciones en el color debido a alteraciones en la estructura de la fibra muscular (Trocino *et al.*, 2015). En las coordenadas de color, las pechugas del lote 2 con harina A de *Tenebrio* presentaron un color más claro (58,4) que las del lote control ($P<0,05$), que han sido más oscuras (54,7), no habiendo diferencias con el resto de tratamientos. No se ha observado un efecto de la composición de la dieta en el índice de rojo o amarillo, que estarían influenciados por el contenido en carotenoides de los ingredientes, ni en el croma ni tono que dependen de dichas coordenadas. Además de una carne más clara, con dietas con mayor cantidad de maíz que la utilizada en este estudio, sí se han visto variaciones en los índices de rojo y amarillo al incluir harina de *Tenebrio* durante todo el ciclo (Vasilopoulos *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

Se puede sustituir parte de las fuentes proteicas tradicionales en el arranque de broiler sin modificar sustancialmente el color de la pechuga, lo cual puede abaratar el coste del pienso cuando las necesidades de proteína en la vida del animal son más elevadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campo, M.M., Mur, L., Guerrero, A., Barahona, M., Resconi, V.C., Magalhaes, D.R., *et al.* 2020. Foods 9: 824.
- Kuttappan, V.A., Lee, Y., Erf, G.F., Meullenet, J.F., Owens, C.M. 2012. Poult. Sci. 91: 1240-1247.
- Trocino, A., Piccirillo, A., Birolo, M., Radaelli, G., Bertotto, D., *et al.* 2015. Poult. Sci 94: 2996-3004.
- Vasolopoulos, S., Giannenas, I., Savvidou, S., Bonos, E., Rumbos, C.I. *et al.* 2023. Anim Nutr. 13: 90-100.

Agradecimientos: Al Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza y a UVESA por el uso de las instalaciones, y a Pilar Lierta por su apoyo técnico.

VARIABILIDAD EN EL PERFIL DE LA GRASA INTRAMUSCULAR DE TOROS LIDIADOS EN PLAZAS DE HUESCA

Romero^{1*}, J.V., Carrera², F., Tagiariolli¹, M.A., Enguita¹, M. y Campo¹ M.M.

¹Instituto Agroalimentario IA2, Universidad de Zaragoza-CITA, 50013 Zaragoza, España;

²Colegio Oficial de Veterinarios de Huesca, 22004-Huesca

*jakromero@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El toro de Lidia es considerado un patrimonio cultural y ecológico en España. Son criados en sistemas extensivos como las praderas de dehesa, lo que les proporciona características particulares en la carne respecto a los animales de cebadero. Su carne es muy apreciada en la gastronomía, especialmente en restaurantes, aunque el consumo doméstico de carne de toro es limitado en comparación con la ternera. La raza de Lidia está seleccionada para desarrollar un determinado comportamiento y características específicas en la plaza de toros. Las fiestas taurinas en distintas regiones, como la de San Lorenzo en Huesca, atraen miles de visitantes que también buscan sus platos tradicionales. La promoción de esta carne revalorizaría a la raza de Lidia, ofreciendo una alternativa económica para el sector, garantizando una homogeneidad en la composición del producto. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el perfil de ácidos grasos en la carne de toros lidiados en la provincia de Huesca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 27 toros de raza de Lidia lidiados en plazas de la provincia de Huesca en fiestas de verano, con una edad media de 4,5 años, procedentes de 6 ganaderías distintas de España. De las cabezas de los animales, se extrajo el músculo masetero durante el mismo día del sacrificio, manteniéndose en congelación a -18°C hasta su análisis. Tras su descongelación, se analizó la composición en ácidos grasos con extracción con cloroformo:metanol (Bligh y Dyer, 1959) y metilación con KOH (Carrilho *et al.*, 2009). Para evaluar las diferentes ganaderías (A, B, C, D, E y F) y su efecto sobre los ácidos grasos de la carne, se utilizó un Modelo Lineal General (SPSS 29.0), aplicando el test de Tukey para la comparación y diferenciación de las medias ($P<0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los animales evaluados presentaron carne con bajo contenido en grasa, con promedio de 1,65 % ($P>0,05$), lo que era de esperar al proceder de toros enteros criados en pasto. Sin embargo, el perfil de ácidos grasos se mostró diferente al comparar las distintas ganaderías. Los ácidos grasos saturados (AGS) fueron un 17,4 % mayor ($P<0,05$) en la ganadería C (35,85 %) comparada con la A y la D (promedio de 30,54%). Por otro lado, la ganadería C ha obtenido carne con un 50,5 % más ácidos grasos monoin-saturados (AGMI) en comparación con la A, D, E y F (37,23 % vs. 24,73 %, $P<0,01$). El alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) observado en los animales de la ganadería D (43,05 %) podría compensar la menor concentración de AGMI; sin embargo, no fue suficiente para alcanzar una relación AGPI/AGS dentro del rango recomendado de 0,4 y 1,0. A pesar de su elevado contenido de AGS, los animales de las ganaderías B, C y F presentaron un ratio AGPI/AGS dentro de los valores recomendados (respectivamente 0,93 %, 0,65 y 1,04%). La ganadería F fue la que presentó menor relación AGPI $n-6/n-3$ (6,49 %, $P<0,001$), lo cual probablemente se debió a su elevado contenido en AGPI $n-3$. No obstante, ninguna de las ganaderías logró obtener carne con una proporción adecuada de AGPI $n-6/n-3$, ya que los valores observados están considerablemente por encima del límite máximo recomendado de 4. Es importante considerar que el perfil en AG de la carne puede variar según el tipo de hierba consumida por los animales, lo que explicaría la variabilidad observada entre las distintas ganaderías.

CONCLUSIÓN

Existe variabilidad en el perfil de los AG en la carne de los animales lidiados en plazas de Huesca, que puede dificultar la oferta de una carne homogénea. Sin embargo, la carne de estos animales tiene un bajo contenido en grasa que es un aliciente para su incorporación en dietas hipocalóricas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bligh, E.G. y Dyer, W.J. 1959. *Canad. J. Biochem. Physiol.* 8: 911-917. • Carrilho *et al.* 2009. *Meat Sci.* 83: 85-95.

Agradecimientos: A Pilar Lierta por su apoyo técnico.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RASPÓN DE UVA EN EL PIENSO DE TERNEROS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, DUREZA Y VIDA ÚTIL DE LA CARNE

Ripoll, G.^{*}, Casasús, I., Joy, M., Lobón, S. y Blanco, M.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España

*gripoll@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

En España, la gestión adecuada de los subproductos agrícolas, como el raspón de uva (*Vitis vinifera* L.) de la industria vinícola es obligatoria. Aunque su uso puede estar limitado por la estacionalidad y la necesidad de procesamiento, este subproducto posee compuestos bioactivos y antioxidantes que pueden ser valiosos en las dietas de los rumiantes (Souza da Costa *et al.*, 2022), a pesar de su bajo contenido en proteína bruta y elevado en fibras. El objetivo principal de este trabajo es evaluar la composición química y la evolución de la dureza, la oxidación lipídica y el color de la carne de terneros alimentados con distintas proporciones de raspón de uva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veinticuatro terneros de raza Parda de Montaña (edad inicial: 162 d, peso vivo (PV): 173 kg) recibieron a voluntad uno de los tres piensos iso-energéticos (1,04 UFC/kg MF) e iso-proteicos (112 g PB/kg MF) con diferente proporción de raspón y paja. Dada la composición química del raspón se utilizó paja de cereal para equilibrar los piensos, intentando variar lo mínimo el resto de los ingredientes. Los terneros se alimentaron con estos piensos y paja a voluntad durante toda la finalización: 0% raspón (n=7), 3% raspón (n=8), 6% raspón (n=9). Los animales se sacrificaron en dos tandas, los 4 más pesados de cada lote a los 117 y los restantes a los 138 días. Las canales tipo IIB se pesaron y orearon (24 h a 4 °C), y se extrajo el músculo *longissimus thoracis* (LT) entre la 5ª y 10ª vértebras torácicas (VT). En el LT de la 5ª VT se midió el pH 48 h del sacrificio con un pH-metro CRISON 507 y se analizó la composición proximal con un FoodScan 2 Lab (Foss Iberia, S.A., Barcelona, España; método AOAC 2007.04; Anderson, 2007). Se maduraron en vacío 3 filetes durante 2, 7 y 14 días a 4 °C para el análisis de dureza Warner-Bratzler (Noya *et al.*, 2022). Se conservaron muestras envasadas con film permeable al oxígeno a 4 °C para medir el color con un espectrofotocolorímetro Minolta CM-600d (Konica Minolta Holdings, Inc., Osaka, Japón) a las 2 h del corte, 4, 7, 11 y 14 días. Estas muestras se usaron para determinar la oxidación lipídica (Ripoll *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de raspón no afectó ni al PV ($503 \pm 5,4$ kg) ni al peso canal oreado ($284 \pm 3,1$ kg; $P>0,05$). Tampoco afectó al pH ($5,6 \pm 0,29$) o la composición proximal del LT (expresada en % de materia fresca: humedad: $73,43 \pm 0,146$ %; proteína bruta: $21,72 \pm 0,089$ %; grasa bruta: $2,77 \pm 0,089$ %; $2,07 \pm 0,033$; colágeno total: $0,94 \pm 0,059$ %). El esfuerzo máximo solo se vio afectado por el tiempo de maduración ($P<0,001$), teniendo valores de 103, 85 y 68 N/cm² a 2, 7 y 14 días, respectivamente. La luminosidad del LT fue mayor ($P<0,0001$) en la dieta 0% raspón (40,1) que en las dietas 3 y 6% raspón (38,5), que no tuvieron diferencias entre sí. El tono y saturación solo se vieron afectados por el tiempo ($P<0,001$). La oxidación lipídica fue mayor en 0% (0,31 g MDA/kg carne) que en 3% y 6% raspón (0,24 g/kg; $P<0,05$) probablemente por sus compuestos antioxidantes. La oxidación se fue incrementando ($P<0,001$) con el tiempo: a 4 y 7 días se encontraron valores de 0,10 y 0,13 g MDA/kg carne ($P>0,05$), incrementándose hasta los 11 (0,24 g MDA/kg carne) y 14 días (0,34 g MDA/kg carne) ($P>0,05$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de raspón en la dieta de terneros es una alternativa interesante ya que no alteró la composición proximal ni dureza de la carne, pero modificó la luminosidad y retrasó la oxidación lipídica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson. 2007. J. AOAC International 90: 1073-1083.
- Noya *et al.* 2022. Research in Veterinary Science 142: 1-11.
- Ripoll *et al.* 2013. Meat Science 93: 906-913.
- Souza da Costa *et al.* 2022. LWT 165: 113774.

Agradecimientos: A FRIBIN y a Destilería San Valero por su inestimable ayuda, al personal de la finca "La Garcipollera" y a Héctor Beltrán. Financiación: PID2021-128492OR-I00/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE; INPASS A25_23R Gobierno de Aragón.

¿CÓMO PRODUCE CARNE MADURADA EL SECTOR CÁRNICO?

Panella-Riera*, N., Gonzalez, J. y Font-i-Furnols, M.

IRTA, Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet 17121 Monells, España
*nuria.panella@irta.cat

INTRODUCCIÓN

En noviembre de 2024 entró en vigor el Reglamento Delegado 2024/1141, que introdujo modificaciones en las secciones I y V del anexo III del Reglamento (CE) n° 853/2004. Por primera vez, este reglamento estableció un marco normativo específico para la producción de carne madurada en seco, determinando los requisitos higiénico-sanitarios necesarios para garantizar la seguridad del producto al término del proceso de maduración. El reglamento establece las condiciones de maduración en términos de temperatura (T), humedad relativa ambiental (HR), flujo del aire (FA) y tiempo. Además, permite que los operadores de empresas alimentarias apliquen otras combinaciones de estos factores o maduren en seco carne de otras especies, siempre que demuestren, a satisfacción de las autoridades competentes, que se mantienen garantías equivalentes de seguridad. El objetivo de este trabajo fue analizar las prácticas actuales de los operadores del sector cárnico, tanto en la industria como en las carnicerías, para evaluar en qué medida se alinean con los requisitos establecidos en la normativa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una encuesta en línea durante el año 2023 mediante un cuestionario dirigido a operadores del sector cárnico, incluyendo tanto la industria como carnicerías. La recolección de datos finalizó en diciembre de 2023, antes de la publicación del texto normativo RD 2024/2011. En total, participaron en la encuesta 17 industrias cárnicas (IC) y 37 carnicerías (CA), de Cataluña y Valencia, proporcionando información relevante sobre sus prácticas en la producción de carne madurada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Reglamento Delegado 2024/1141 establece que la T de maduración debe estar entre $-0,5$ y $+3,0$ °C. En la práctica, los operadores encuestados, tanto de IC como de CA, indicaron que maduraban con T de cámara entre 0 y 3 °C. La HR está limitada a un máximo del 85 %. En general la IC indicó que trabajaba mayormente entre 65-70 %, con algunos casos madurando a 75, 85 y 90 %. Además, el 47 % no proporcionó dicha información. Los carniceros señalaron que trabajaban con HR entre 50-87 %, aunque el 70 % no proporcionó dicha información. El reglamento también establece un FA específico para la maduración de la carne, con valores entre 0,2 y 0,5 m/s. Sin embargo, los resultados muestran un desconocimiento importante de este parámetro, ya que el 30 % de la IC, y el 16 % de CA afirmaron no conocer el FA empleado en sus instalaciones, además de un 53 % de las IC y 70 % de CA que no respondieron a la pregunta. El tiempo de maduración es el último parámetro especificado en el texto normativo, con un límite máximo de 35 días. En el caso de la IC, el 47 % de los encuestados indicaron que recibían la carne fresca con un tiempo post mortem (pm) de 2 a 7 días, aunque algunos operadores indicaron recibirla con 15 e incluso 45 días pm. A partir de aquí, los tiempos de maduración en sus instalaciones variaban: el 29,4 % de los operadores maduraban la carne durante 30 días, el 11,8 % la maduraban durante 60 días, y el 17,6 % la maduraban entre 10 y 15 días. En cuanto a las CA, el tiempo pm en que recibían la carne fresca variaba entre 5-45 días. Los tiempos de maduración también fueron diversos: el 8,1 % declararon que maduraban la carne 15-25 días, el 10,8 % durante 30 días, y el 10,5 % la maduraban 50-90 días. Estos resultados evidenciaron que un porcentaje significativo de los operadores superaba el límite de 35 días establecido en la normativa, lo que podría requerir ajustes en sus procesos para garantizar el cumplimiento de la regulación vigente.

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este trabajo, se puede concluir que la mayoría de los operadores cumplen con el rango de temperaturas normativo, algunos operadores trabajan con humedades por encima de lo establecido, y existe desconocimiento sobre el flujo de aire, factores clave para la maduración. Además, muchos operadores exceden el límite de 35 días de maduración, lo que podría requerir ajustes o demostrar garantías equivalentes de seguridad. Los resultados subrayan también la necesidad de mayor formación y control para asegurar el cumplimiento normativo. Incluir información de CA e IC de más comunidades autónomas permitiría caracterizar mejor el proceso de maduración del país.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los operadores cárnicos y carniceros su participación voluntaria en el estudio.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE AÑOJOS DE RAZA RUBIA GALLEGA: EFECTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS.

García-Fontán^{1*}, M.C., García¹, G., Alonso¹, R., Crecente², S. y Moreno², T.

¹Centro Tecnológico de la Carne, San Cibrao das Viñas. 23900 (Ourense);

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Carretera Betanzos-Santiago, km. 7. 15318, Abegondo (A Coruña)

*camino.garcia@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

El elevado precio de los piensos en la alimentación del ganado vacuno representa un desafío importante para la ganadería, pero también una oportunidad para repensar los sistemas de producción. Disminuir la dependencia de concentrados no solo mejora la rentabilidad de los productores, sino que también fomenta prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Por otro lado, la alimentación juega un papel crucial en la composición de ácidos grasos de la carne, influyendo en aspectos como la estabilidad oxidativa, el sabor y la proporción de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) (Wood *et al.*, 2008). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del empleo de sistemas de producción alternativos, basados en un menor consumo de concentrados y una mayor utilización de pastos y forrajes, sobre el perfil de ácidos grasos de la carne procedente de añojos de raza Rubia Gallega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 3 grupos de 6 canales/grupo de añojos de raza Rubia Gallega, que fueron sacrificados a los 15 meses después de un período de cebo de 3 meses que consistió en pasto y/o silo de hierba con dosis crecientes de concentrado (0-300-600 Kg para G1-G3-G5 respectivamente). El perfil de ácidos grasos (AG) se determinó por transesterificación directa de ésteres metílicos de AG, cuantificados por cromatografía de gases con detector iónico de llama. Las condiciones cromatográficas fueron las descritas por Barros *et al.* (2020). Los resultados se expresaron como mg/100 g de carne. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para estudiar el efecto de la alimentación sobre el perfil de AG de la carne de añojos de raza Rubia Gallega.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los AGS (49-52%) fueron la fracción predominante para los 3 grupos de estudio, seguida de los AGMI (32-39%) y por último de los AGPI (10-17%) en los que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre grupos de alimentación. Los animales alimentados con pasto y/o silo de hierba mostraron el nivel más alto de AGPI con respecto a los otros dos grupos; al igual que sucedió en otros estudios (Rodríguez-Vázquez *et al.*, 2020). Los AG omega 3 ($P < 0.001$) fueron más elevados en el G1 y dentro de éstos el C18:3n3, el C20:5n3 y el C22:6n3 que son los principales AG presentes en la hierba (Daley *et al.*, 2010). Los AG omega 6, fueron superiores para los grupos alimentados con concentrado (G2-G3) y concretamente el C18:2n6 y el C20:4n6 que se encuentran presentes principalmente en cereales y semillas.

CONCLUSIÓN

Los sistemas de producción de este estudio han tenido un efecto significativo en el perfil de AG de la carne de añojos de Rubia Gallega. La alimentación a base de pasto tuvo un efecto positivo sobre el perfil de AG, favoreciendo una mayor concentración de AG saludables, como los omega-3 y AGMI. Esto no solo mejora la calidad nutricional de la carne, sino que también beneficia la salud humana. En contraste, el uso creciente de concentrados altera negativamente el perfil lipídico de la carne, favoreciendo la acumulación de ácidos grasos saturados y omega-6.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Wood *et al.* 2008 Meat Sci. 78: 343-358. • Barros *et al.* 2020. Foods 9: 44. • Rodríguez-Vázquez, R. *et al.* 2020. Span J Agri Res. 18: 3. • Daley *et al.* 2010. Nutr J. 9:10.

Agradecimientos: GO FEADER 2023/042B y Consellería del Medio Rural de la Xunta de Galicia.

PRODUCCIÓN DE LECHE A2A2 Y SUS LIMITACIONES PARA SER TRANSFORMADA A DERIVADOS LÁCTEOS

Bravo-Lamas^{1*}, L., Granado-Tajada², I., Fernández¹, E., Mandaluniz², N., Ruiz², R. y Sarasua¹, M.

¹Departamento de Tecnología de los Alimentos, Leartiker S. Coop., Xemein Etorbidea 12, 48270 Markina-Xemein; ²Departamento de producción animal NEIKER-BRTA, Campus Agroalimentario de Arkaute, s/n, 01192 Arcaute
*lbravo@leartiker.com

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha observado un creciente interés en torno a la leche A2 por sus aparentes efectos beneficiosos sobre la salud humana, si bien aún no hay evidencias concluyentes (EFSA, 2009). Sin embargo, como consecuencia de los programas de mejora genética de la raza Holstein-Friesian, orientados hacia el aumento de la producción de leche, se redujo la frecuencia del genotipo A2A2 en favor del A1A1 o A1A2, lo que lleva a pensar que seleccionar animales con genotipo A2A2 podría afectar al nivel productivo de las ganaderías. Además, hay evidencias científicas que indican que el cambio de leche A1 a A2 podría dificultar los procesos de coagulación de la leche (Poulsen *et al.*, 2013) y, por tanto, ser menos apta o perder rendimiento quesero en las elaboraciones. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar las posibles limitaciones para producir leche y para transformarla en queso a partir de leche de animales con genotipo A2A2 con respecto a A1A1.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un análisis de la evolución del genotipo para beta-caseína en 8.985 vacas de la raza Holstein-Friesian de la CAPV (datos aportados por la Federación Frisona de Euskadi) entre los años 2017-2023 y el efecto del genotipo sobre la producción de leche, la producción de proteína y la ratio grasa/proteína (%). En total se han considerado 174.405 datos de control lechero correspondientes a 78 ganaderías. Además, se ha analizado la composición química (Milkoscan FT2 Type 79069; Foss Electric A75) así como la capacidad de coagulación (Gibodeau, 2012) de leche de tanque de animales con genotipo A1A1 (n=4) y A2A2 (n=4) de vacas Holstein-Friesian, a partir de la cual se realizaron lotes de queso fresco donde se tomaron datos de elaboración y se analizó su composición química.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha comprobado un incremento en el número de animales en producción con genotipo A2A2 (desde 29% en 2017 hasta 48% en 2023) en detrimento de las A1A1 (desde el 18% hasta el 11%) y las A1A2 (desde el 52% hasta el 41%), lo que confirma una transición de la cabaña ganadera hacia el genotipo A2A2. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes genotipos para beta-caseína en el nivel productivo corregido por efectos ambientales ($35,01 \pm 0,33$ genotipo A1A1, $34,89 \pm 0,05$ genotipo A1A2 y $34,72 \pm 0,06$ genotipo A2A2, kg leche/día). La producción de proteína y la ratio grasa/proteína (%) de la leche tampoco se vieron afectados por el genotipo para beta-caseína.

En cuanto a las posibles limitaciones de la leche para ser transformada, se observaron diferencias para el ESM y caseínas, superior para la leche A2 en comparación a la A1 ($8,77\% \pm 0,01$ vs. $8,60\% \pm 0,07$ ESM; $2,56\% \pm 0,04$ vs $2,46\% \pm 0,03$ caseínas, respectivamente; $p \leq 0,05$). Además, la leche A1 mostró resultados más positivos para la transformación quesera en las pruebas de microcoagulación. Sin embargo, en el queso fresco elaborado no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la composición química, tiempo de prendido y rendimiento quesero vinculado al tipo de leche de partida.

CONCLUSIÓN

La selección animal para aumentar el número de individuos con el genotipo A2A2 no afecta a la producción (kg/día/vaca) de leche en las ganaderías. Además, la leche A2 es apta para ser transformada en queso; sin embargo, dados los resultados en microcoagulación, se recomienda realizar pruebas piloto adicionales para elaborarlo con en el rendimiento y calidad esperados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• EFSA. 2009. EFSA Scientific Report 231: 1-107. • Poulsen, N.A. *et al.* (2013). Journal of Dairy Science 96: 4830-4842. • Gibodeau, B. 2014. L'éleveur laitier 221:62-63.

Agradecimientos: A las ganaderías que aportaron información y muestras de leche. A EFRIFE por facilitar los datos productivos y genotipos. Este trabajo ha sido financiado por el programa Berriker 2022 (Expediente 00049-BGI2022-54).

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DE TERNEROS SOBRE LA DUREZA, OXIDACIÓN LIPÍDICA Y LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE

Blanco^{1*}, M., Baila², C., Ripoll¹, G., Lobón¹, S., Joy¹, M., Molina³, E., Casasús¹, I. y Villalba³, D.

¹CITA-IA2, Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza; ²IGM-CSIC, Finca Marzanas, 24346,

Grulleros, León; ³ETSEA, UdL, Avda. Rovira Roure 191, 25198 Lleida

*mblanco@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

El óptimo aprovechamiento de leguminosas forrajeras, como la esparceta (*Onobrychis viciifolia*), en la dieta de terneros pasa por su incorporación, en forma de heno (a libertad en el comedero), o picada e incorporada como ingrediente del pienso granulado. La inclusión de forrajes en la dieta puede incrementar la dureza de la carne (Iguácel *et al.*, 2019), favorecer la deposición de ácidos grasos (AG) poliinsaturados (AGPI) y reducir la oxidación lipídica (Nuerenberg *et al.*, 2005). Sin embargo, estos efectos dependen del tipo de forraje consumido, ya que presentan diferente composición química, perfil de AG y compuestos secundarios (Rufino-Moya *et al.*, 2022). El objetivo del trabajo fue comparar el esfuerzo, la oxidación lipídica y el perfil de AG de la carne de terneros alimentados con diferentes dietas que incluyen esparceta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuarenta terneros de raza Montbéliarde se sacrificaron (479 kg) tras ser alimentados durante 7 meses con cuatro dietas con las siguientes ingestiones medias diarias (en materia fresca): 7,7 kg pienso comercial + 0,8 kg paja (pienso+paja); 6,6 kg pienso comercial + 1,7 kg heno de esparceta (pienso+heno); 7,3 kg pienso con 15% pelet de esparceta + 0,8 kg paja (piensoESP+paja); 6,9 kg pienso con 15% pelet de esparceta + 1,7 kg heno de esparceta (piensoESP+heno). La carne de los terneros se maduró durante 0, 7 y 14 días para determinar el esfuerzo máximo con una célula Warner-Bratzler; y se conservó en bandejas con film permeable al oxígeno durante 0, 4, 7 y 11 días para determinar la oxidación lipídica según lo descrito en Ripoll *et al.* (2013). Los AG de la carne se extrajeron y analizaron según lo descrito en Baila *et al.* (2023). Se calcularon los sumatorios de AG saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), AGPI, n-3, n-6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El esfuerzo máximo solo se vio afectado por el tiempo de maduración ($P<0,001$), reduciéndose entre los días 2 y 7 y manteniéndose estable posteriormente. La oxidación lipídica dependió de la dieta ($P=0,03$), presentando la carne de la dieta piensoESP+paja mayores valores que la del resto de dietas; y del tiempo de exposición al oxígeno ($P<0,001$), incrementándose conforme avanzaba el tiempo, aunque los valores fueron siempre inferiores a los 0,20 mg malondialdehído/kg carne fresca. El contenido total de AG fue similar (52,7 mg/g MS, $P>0,05$), pero la dieta modificó el contenido de AGS totales ($P=0,003$), con valores inferiores en la dieta piensoESP+paja con respecto a las dietas pienso+paja ($P=0,04$) y pienso+heno ($P=0,001$) debido a cambios en la deposición de C18:0. La dieta tuvo poco efecto sobre los AGMI totales ($P=0,06$), modificando únicamente algunos AG minoritarios. Los AGPI n-3 difirieron con la dieta ($P<0,001$), presentando los mayores contenidos las dietas con heno, intermedio la dieta piensoESP+paja y el menor contenido la dieta pienso+paja, estando relacionado con la deposición de C18:3 n-3 y C22:5 n-3. El contenido en AGPI n-6 tendió a diferir con la dieta ($P=0,07$). Consecuentemente, el ratio n-6:n-3 fue inferior en las dietas con heno (pienso+heno y piensoESP+heno) que en las con paja (pienso+paja y piensoESP+paja; $P<0,001$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de esparceta en la dieta en forma de heno puede ser una opción interesante para mejorar la calidad de la carne por medio de la modificación del perfil de ácidos grasos. Sin embargo, presenta escasos efectos cuando se incluye como ingrediente en un 15% en el pienso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baila, C. *et al.* 2023. J. Agric Food Chem. 71: 17947-58.
- Iguácel, M.P. *et al.* 2019. Livest. Sci. 230: 10382.
- Nuerenberg *et al.*, 2005. Liv. Prod. Sci. 94: 137-47.
- Ripoll, G. *et al.*, 2013. Meat Sci. 93: 906-913.
- Rufino-Moya, P.J. *et al.*, 2022. J. Sci. Food Agric. 102: 4736-43.

Agradecimientos: a la cooperativa IVARS y a FRIBIN. Financiación: PID2021-128492OR-I00/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE; INPASS A25_23R (Gobierno de Aragón).

DETECCIÓN DE β -CASOMORFINA-5 Y -7 EN LECHE A1 Y A2 DURANTE LA DIGESTIÓN GASTROINTESTINAL *IN VITRO* TRAS TRATAMIENTO TÉRMICO

Serhan, S., Moposita Lasso, E.V., Li, W., Such, X., Caja, G., y Salama*, A.A.K.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España

*ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Las variantes de β -caseína (β -CN) A1 y A2 en la leche bovina influyen en la liberación de β -casomorfin-7 (BCM-7) tras la digestión, siendo mayor en A1 que en A2, y de β -casomorfin-5 (BCM-5) por degradación adicional de BCM-7 (Thiruvengadam *et al.*, 2021). Estos péptidos se han asociado con posibles efectos negativos en la salud humana, destacando que la BCM-5 podría tener una mayor actividad opioide (Daniloski *et al.*, 2021). Además, el tratamiento térmico (HT) puede modificar la estructura de las proteínas y alterar su liberación (Nguyen *et al.*, 2021). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del HT y del genotipo β -CN A1A1 y A2A2 en los niveles de β -casomorfin-5 y -7 durante la digestión *in vitro*, controlando los genotipos de κ -CN y β -lactoglobulina (β -LG), ya que influyen en la digestibilidad (Sheng *et al.*, 2021).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras individuales de leche de vacas según los genotipos de β -CN, κ -CN y β -LG. Las muestras se agruparon por genotipo y se combinaron para formar 3 pools: 1) A1: β -CN A1A1 y genotipo κ -CN AB; 2) A1*: β -CN A1A1 y genotipo de κ -CN que incluye al menos una variante E y 3) A2: β -CN A2A2 y genotipo κ -CN AB. Los genotipos de β -LG se distribuyeron equitativamente entre los grupos A1 y A2 (50% AA, 50% AB). Las muestras se desnataron y se sometieron a HT (63°C, 30 min). A continuación, se digirieron *in vitro* en una fase gástrica (G120) y otra intestinal (I120) durante 120 min. Se utilizó ELISA para la determinación de BCM-5 y BCM-7. Los datos se analizaron estadísticamente usando el PROC MIXED en SAS (ver. 9.4). Los efectos fijos fueron el genotipo, la fase de digestión (leche, G120 e I120), el tratamiento (crudo y HT), y sus interacciones. Las concentraciones de BCM-7 en I120 superaron el límite de detección y no fueron incluidas en los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de BCM-7 en leche cruda fue más alta ($P < 0,05$) en A1* ($31,0 \pm 4,2$ ng/mL) que en A1 ($16,8 \pm 4,2$ ng/mL) y A2 ($1,32 \pm 2,22$ ng/mL). Tras el HT, los valores aumentaron ($P < 0,05$) en A1 ($31,8$ ng/mL), mientras que en A1* ($31,4$ ng/mL) y A2 ($2,31$ ng/mL) se mantuvieron estables. La digestión en la fase G120 de la leche cruda incrementó ($P < 0,001$) los niveles de BCM-7 en un 275%. Sin embargo, tras la digestión en G120 de la leche HT, el incremento en BCM-7 no fue significativo. Similarmente, De Noni y Cattaneo (2010) observaron que el HT redujo la liberación de BCM-7 tras la digestión. Respecto a la BCM-5, la concentración fue mayor ($P < 0,01$) en A1 ($4,59 \pm 1,2$ ng/mL) que en A1* ($1,77 \pm 1,2$ ng/mL) y A2 ($1,01 \pm 0,49$ ng/mL). Este resultado contrasta con lo encontrado por Nguyen *et al.* (2021), quienes no detectaron BCM-5 ni antes ni después de la digestión de la leche. La digestión en G120 no cambió los niveles de BCM-5, mientras que la fase I120 aumentó ($P < 0,001$) las concentraciones en todos los genotipos en un 505%. El HT no tuvo efecto sobre las concentraciones de BCM-5 ni antes ni después de la digestión.

CONCLUSIÓN

Los niveles de BCM-7 y BCM-5 fueron más bajos en la leche A2 antes y después de la digestión, en comparación con las leches A1. Además, el tratamiento térmico redujo la liberación de BCM-7 tras la digestión de la leche en todos los genotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daniloski, D., McCarthy, N.A., Vasiljevic, T. 2021. Trends Food Sci Technol. 116: 681-700.
- De Noni, I. y Cattaneo, S. 2010. Food Chem. 119: 560-566.
- Nguyen, D.D., Busetti, F., Smolenski, G., Johnson, S.K., Solah, V.A. 202. LWT. 136: 1-7.
- Sheng, B., Nielsen, S.D., Poulsen, N.A., Larsen, L.B. 2021. J. Dairy Sci. 104: 10462-10472.
- Thiruvengadam, M., Venkidasamy, B., Thirupathi, P., Chung, I.M., Subramanian, U. 2021. Food Chem. 337: 1-11.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto I+D+i (PID2019-110752RB-I00) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

CARACTERIZACIÓN DE QUESOS DE CABRA ELABORADOS CON LECHE DE DIFERENTES RAZAS AUTÓCTONAS

Herrera*, T., Pérez-Baltar, A., Ortiz, L., Letón, P. y Miguel, E.

Área de Investigación Agroalimentaria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca *El Encín*, Autovía A2 km 38,200, 28805 Alcalá de Henares (Madrid)

*teresa.herrera.rodriguez@madrid.org

INTRODUCCIÓN

Las razas autóctonas de ganado han sufrido un declive frente a otras razas más productivas, poniendo en riesgo su sostenibilidad. El sector caprino representa un segmento importante dentro de la ganadería (Fresno *et al.*, 2020). La transformación de la leche de cabra para elaborar productos lácteos puede mejorar la sostenibilidad económica de estas explotaciones (incluyendo las razas autóctonas) para satisfacer la demanda de consumidores que buscan productos artesanos, de calidad, de proximidad, con sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente y saludables. El objetivo de este trabajo fue comparar las características físico-químicas y microbiológicas de 4 tipos de quesos de cabra elaborados con leche de diferentes razas autóctonas españolas, incluyendo una raza autóctona de la Comunidad de Madrid.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 4 tipos de quesos de cabra elaborados con leche cruda de diferentes razas autóctonas, Cabra del Guadarrama (QCG), Malagueña (QM), Murciano-Granadina (QMG) y Florida (QF), de pasta prensada, con un tiempo de maduración de 60 días. Los quesos fueron elaborados por 4 queserías artesanas. De cada tipo de queso, se analizaron 2 elaboraciones independientes. Todos los quesos se fabricaron en marzo de 2023 y el tiempo de maduración se completó en mayo de 2023. Tras el fin del período de maduración, se trasladaron al IMIDRA y fueron almacenados a 4 °C hasta su procesamiento. Se realizó el análisis físico-químico (pH, actividad de agua (a_w), humedad, color, contenido en sal y textura mediante un ensayo de compresión al 50 y 75%), perfil de ácidos grasos y microbiológico de los quesos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en las propiedades físico-químicas (grasa, proteínas, sal, pH, humedad, a_w y color) y en los recuentos microbiológicos. Predominan los ácidos grasos saturados en todos los quesos de cabra. QCG y QMG se caracterizaron por mayor porcentaje de ácidos grasos saturados de cadena corta, QM por mayor porcentaje de ácidos grasos saturados de cadena larga e impar, además de ácidos grasos saturados de cadena par, y QF por el mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. QCG y QM mostraron una relación $\omega 6/\omega 3 < 4$, y se observó que QM tenía los índices aterogénicos y trombogénicos más bajos. Los perfiles de textura de QCG y QF fueron similares entre sí que los de QM y QMG. El grupo microbiano más abundante en todos los quesos estudiados fue el de los lactobacilos. Las diferencias descritas entre los cuatro quesos pueden deberse al tipo de leche utilizada (según la raza o la carga microbiana inicial), al proceso de producción y/o a las condiciones de maduración de los quesos (Ramírez-Navas *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

Los quesos de pasta prensada elaborados con leche cruda de cabra de diferentes razas autóctonas presentan características físico-químicas y microbiológicas diferentes. Predomina el contenido de ácidos grasos saturados en todos los quesos de cabra estudiados, QM presentó los índices aterogénicos y trombogénicos más bajos. Contribuir al conocimiento de las propiedades de quesos elaborados con leche de razas autóctonas puede ayudar a incrementar el consumo de estos quesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Fresno, M., Torres, A., Capote, J., Álvarez, S.J. 2020. Appl. Anim. Res. 48: 425-433. • Ramírez-Navas, J.S., Aguirre-Londoño, J., Aristizabal-Ferreira, V. A., Castro-Narváez, S. 2016. Agron Mesoam 28(1).

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del IMIDRA (Proyectos FP22-QUESOSAUTOTONOS, FP24-LACTEOSBYPRODUCTS).

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE QUESOS DE OVEJA ELABORADOS CON LECHE CRUDA DE LAS RAZAS COLMENAREÑA Y ASSAF

Herrera*, T., Pérez-Baltar, A., López-Keller, L., Letón, P. y Miguel, E.

Área de Investigación Agroalimentaria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca *El Encín*, Autovía A2 km 38,200, 28805 Alcalá de Henares (Madrid)

*teresa.herrera.rodriguez@madrid.org

INTRODUCCIÓN

En la Comunidad de Madrid (CM) hay más de 4.600 explotaciones ganaderas (ovino y caprino) y más de un millón y medio de animales (MAPA, 2022). Existen dos razas ovinas autóctonas en peligro de extinción: Rubia del Molar y Colmenareña, sin embargo, no existe ninguna quesería que elabore productos lácteos con leche de estas razas ya que están destinadas al consumo de carne, principalmente. Por otro lado, en España está ampliamente extendida la raza ovina Assaf para la producción de quesos de oveja. El objetivo de este trabajo fue comparar las características físico-químicas y microbiológicas de quesos elaborados con leche de oveja de las razas Colmenareña (autóctona de la Comunidad de Madrid) y Assaf, así como de mezcla de leche de ambas razas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó la recogida de leche de las dos razas ovinas (Colmenareña y Assaf) en dos explotaciones ganaderas situadas en la CM. Se elaboraron tres lotes de quesos de pasta prensada a partir de la leche cruda de oveja, que fueron madurados durante 60 días en la Planta Piloto de Productos Lácteos del IMIDRA. Se elaboraron dos tipos de quesos sólo con leche de una raza: el queso de leche cruda curado de oveja Colmenareña (QC-OC) y el queso de leche cruda curado de oveja Assaf (QC-OA) y uno de ellos con mezcla (50/50) de ambas leches (QC-AC). Se realizó el análisis nutricional (grasa y proteínas), el análisis físico-químico (pH, conductividad, humedad, color, actividad de agua (a_w) y textura) y microbiológico de los quesos elaborados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los quesos elaborados pudieron clasificarse como semigrasos, ya que el contenido de grasa fue alrededor del 31%. Presentaron un elevado contenido de proteínas con rangos entre 26 y 29%, con diferencias significativas entre QC-OC y QC-OA. Los valores de pH oscilaron entre 5,38 y 5,48, mostrando diferencias significativas entre QC-OAC y el resto de los quesos. Estos valores fueron ligeramente más elevados que en la bibliografía (Miguel *et al.*, 2002). QC-OC presentó un menor valor de conductividad (8,09 mS/cm) y un mayor contenido de humedad y a_w que el resto de los quesos, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$). En cuanto a la luminosidad (L^*) y tendencia al amarillo (b^*) se observaron diferencias significativas entre todos los quesos, y no hubo diferencias en la tendencia al rojo (a^*) tanto en la pasta como en la corteza. QC-OA presentó los valores más elevados de dureza, elasticidad, cohesión, masticabilidad, resiliencia y gomosidad en el ensayo de textura de compresión al 50 y al 75 %, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de los quesos. El recuento de aerobios mesófilos, lactobacilos, lactococos y enterobacterias fue más elevado para QC-OA, mostrando diferencias significativas con los otros quesos estudiados.

CONCLUSIÓN

Los quesos elaborados a partir de leche cruda de oveja de la raza Colmenareña presentan características fisicoquímicas y microbiológicas muy similares a los quesos elaborados a partir de leche cruda de oveja de la raza Assaf. La utilización de leche de oveja de la raza Colmenareña para la elaboración de quesos podría ayudar al mantenimiento y conservación de esta raza autóctona que se encuentra en peligro de extinción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• MAPA. 2022. Sector ovino y caprino en España. • Miguel, E. *et al.* 2002. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Producción ovina y caprina, nº XXVII SEOC, pp. 322-328.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del IMIDRA (Proyectos FP22-QUESOSAUTOTONOS y FP24-LACTEOSBYPRODUCTS).

INFLUENCIA EN PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CORDERO SEGUREÑO A PARTIR DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS DEL GAZPACHO EN LA DIETA

Sanchez-García*, A., Seiquer, I., Haro, A. y Martín García, I.

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), C/Prof. Albareda 1, 18008-Granada

*alberto.sanchez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En 2023, España aportó a la Unión Europea el 24% del censo total de ovino, situándose en primer lugar en importancia por número de animales. Del total de explotaciones de ovino en España, el 18,9% se encuentran situadas en Andalucía, siendo esta una importante impulsora de este sector ganadero (MAPA 2023). Sin embargo, según el Instituto Nacional de Estadística, el consumo aparente de carne de ovino/caprino descendió un 5,70% en el año 2023 respecto al 2022. Esto, unido a que entre el 60-70% del coste variable total de las granjas de ovino, está destinado a la alimentación del ganado, la disminución del precio de los piensos sería una alternativa favorable para la continuidad del sector (Theodoridis *et al.*, 2021). Los subproductos de la elaboración de alimentos de V gama a partir del tomate como el gazpacho (GA) pueden alcanzar cerca de las 120.000 toneladas/año. Su contenido en fibra y en distintos compuestos bioactivos como terpenoides y vitaminas, así como la ausencia de efectos negativos sobre la fermentación ruminal, lo convierten en un ingrediente susceptible de ser incluido en la dieta de ovino de carne. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto sobre la carne de cordero de la inclusión de un 15% de GA en pienso para ovino de carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para ello, se tomaron un total de 72 corderos Segureños ($20,8 \pm 1,11$), los cuales se dividieron en dos grupos experimentales ($n=36$). Uno de ellos, el control (CTL), fue alimentado con un pienso comercial para ovino de carne mientras que el otro grupo, C4F, fue alimentado con el mismo pienso en el que se incluyó el subproducto del gazpacho (GA) en un 15% del total de materia seca de la dieta. Ambos grupos fueron alimentados además con paja como elemento forrajero. Los animales permanecieron durante un periodo de 30 días en cebadero hasta el momento del sacrificio en matadero. Durante el día de sacrificios se tomaron medidas del peso vivo del animal (PV), peso de la canal caliente (PCC) y pH a los 45 minutos (pH₄₅) *post-mortem*. Tras 24 horas de oreo, se tomaron medidas del peso de la canal oreada (PCO) y del pH (pH₂₄). Las canales frías fueron despiezadas de forma que se tomó el espinazo (L1 a L7) para poder hacer las determinaciones de calidad de la carne. Las determinaciones que se realizaron fueron: colorimetría (CIEL*, a*, b*), pérdidas de agua por goteo, por cocción y por cocción tal y como se describe en Pardo *et al.*, 2023.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados relativos al pH₄₅ y pH₂₄, PV y ganancia ponderal no aparecieron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Sin embargo, atendiendo al rendimiento de la canal caliente y comercial/fría, sí que existió un mayor porcentaje en el caso del tratamiento CTL respecto al C4F ($p<0,05$). Estas diferencias fueron de un 2,69% y un 2,56% mayores en el caso del CTL, para los parámetros nombrados, respectivamente. Las pérdidas de agua por goteo y por cocción, así como el análisis colorimétrico de las piezas de carne tampoco reflejaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Sin embargo, las pérdidas de agua por congelación/descongelación sí que mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mayores en el caso de CTL respecto a C4F ($p<0,05$). Estos resultados son similares a los encontrados en Orzuna-Orzuna *et al.* (2021) y Abdullah *et al.* (2011).

CONCLUSIÓN

La inclusión del 15% de GA en pienso para cordero de carne no generó efectos que pudieran mermar la calidad de la carne de cordero (*Longissimus lumborum*) siendo una alternativa que sustenta la economía circular y la sostenibilidad del sector ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA. 2023. Caracterización del sector ovino y caprino en España.
- Theodoridis, A., Vouraki, S., Morin, E., Rupérez, L.R., Davis, C., Arsenos, G. 2021. *Animals* 11(11): 3242;
- Orzuna-Orzuna, J.F., Dorantes-Iturbide, G., Lara-Bueno, A., Mendoza-Martínez, G.D., Miranda-Romero, L.A., Lee-Rangel, H.A. 2021. *Animals*, 11(11): 3184.
- Abdullah, A.Y., Qudsieh, R.I., Nusairat, B.M. 2011. *Livestock S.* 142(1-3): 121-127.
- Pardo, Z., Lara, L., Nieto, R., Fernandez-Figares, I., Seiquer I. 2023 *Meat Sci* 198.

Agradecimientos: Este proyecto ha sido financiado por GOPG-GR-23-0007, CHERRY4FOOD. Este contrato ha sido financiado por las ayudas FPU22/01066.

CALIDAD DE CANAL Y CARNE DE CERDOS DE DIFERENTE TIPO SEXUAL ALIMENTADOS CON UNA DIETA REDUCIDA EN FÓSFORO

Palacios-Duchicela*, R., Brun, A. y Font-i-Furnols, M.

IRTA-Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, España

*ronald.palacios@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Actualmente se estudia la aplicación de estrategias alimentarias con la finalidad de reducir la cantidad de fósforo (P) incluido en la dieta durante el crecimiento de los cerdos. Sin embargo, la mayoría de los estudios se enfocan en cerdos hembra o machos castrados (Gerlinger *et al.*, 2021), y no se tiene en cuenta que los requerimientos alimentarios dependen del sexo (Thomas y Kornegay, 1981). En un trabajo previo se observó que la estrategia de depleción-repleción de P no afectaba de manera importante a la calidad de canal y carne en cerdos macho enteros (Palacios-Duchicela y Font-i-Furnols, 2025). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del tipo sexual sobre la calidad de la canal y la carne cuando los cerdos se alimentaron siguiendo una misma estrategia alimentaria de depleción-repleción de P.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 70 cerdos de diferentes tipos sexuales (machos enteros (ME), machos castrados (MC), machos inmunocastrados (MIC), hembras enteras (HE) y hembras inmunocastradas (HIC)), alimentados *ad libitum* según una misma estrategia alimentaria de 2 fases, la primera con un pienso restringido (60% de los requerimientos digestivos de P y Ca) y la segunda con un pienso control (todos los requerimientos nutricionales). Los cerdos fueron sacrificados a las 25 semanas de edad. Los animales fueron pesados antes del sacrificio y posteriormente se evaluaron parámetros de calidad de la canal como el peso y espesor de grasa y magro medidos con el Fat-O-Meat'er II (Frontmatec Group, DK). La calidad de la carne se evaluó mediante el pH, conductividad eléctrica (CE) y color. El análisis estadístico se realizó con el procedimiento Mixed en el software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, US) e incluyó el tipo sexual como efecto fijo y el corral como unidad experimental. Se realizó el test de Tukey para determinar las diferencias entre los tipos sexuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de calidad de la canal se vieron afectadas por el tipo sexual de los animales ($P < 0,05$). Los cerdos MIC y MC fueron más pesados que las HIC (119,07 y 118,96 vs. 107,30 kg, respectivamente). El rendimiento de la canal fue significativamente mayor en los cerdos HIC, MC y HE (80,26, 80,27 y 80,04%, respectivamente) en comparación a los MIC y ME (78,66 y 78,63%, respectivamente). Esto puede atribuirse al mayor peso del hígado y riñón, especialmente en los cerdos MIC (Zomeño *et al.*, 2022). Schlegel y Gutzwiller (2020) tampoco encontraron diferencias en peso vivo y canal entre HE y MC al aplicar dietas con diferentes niveles de P. Sin embargo, el espesor de grasa dorsal fue mayor en los cerdos MIC que en las HE y HIC. Por tanto, las canales de HIC (60,48%) y las HE (60,38%) presentaron un mayor contenido de magro en comparación a las de los MIC (57,36%). Resultados similares fueron encontrados por Gispert *et al.* (2010) al estudiar canales de HE y MIC. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre tipos sexuales para los parámetros de calidad de la carne ($P > 0,05$).

CONCLUSIÓN

Los resultados indicaron que el tipo sexual de los cerdos alimentados durante su fase de crecimiento con una dieta de depleción seguida de una fase de finalización con una dieta de repleción afectó las características de calidad de la canal. Sin embargo, tuvo ningún efecto significativo sobre las características de calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gerlinger, C. *et al.* 2021. J. Animal Physiology and Animal Nutrition 105(S2): 52-62.
- Gispert, M. *et al.* 2010. Meat Sci. 85(4): 664-670.
- Palacios-Duchicela, R. *et al.* 2025. V CAIED.
- Schlegel, P. *et al.* 2020. Animals 10(2): 178.
- Thomas, H.R. *et al.* 1981. J. Animal Sci. 52(5): 1041-1048.
- Zomeño, C. *et al.* 2022. Meat Sci. 192: 108909.

Agradecimientos: Proyecto SUSPORK PID2021-124423OR-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/ 5011 00011033 y por FEDER, UE. Y al IRTA por la beca doctoral 2023 a Palacios R.

CAMBIOS EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CARNE DE CERDO DEBIDAS A LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS CÍTRICOS EN LA DIETA

Revilla*, I., Rodríguez-Fernández, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I. y Vivar-Quintana, A.M.

E.P.S de Zamora, Universidad de Salamanca, Avenida Requejo 33, 49022 Zamora

*irevilla@usal.es

INTRODUCCIÓN

El uso de productos alternativos para la alimentación animal tales como los subproductos de la industria alimentaria, está cobrando cada vez más importancia ya que disminuye la competencia por recursos destinados a la alimentación humana (Moset *et al.*, 2015) y aumenta la sostenibilidad, especialmente si estos proceden de industrias locales (Vasta *et al.*, 2008). Los cítricos están ampliamente extendidos por el Levante español y su procesamiento deja como sub-productos la pulpa que es rica en agua, fibra y antioxidantes (Bampidis y Robinson, 2006). Esta composición ha hecho que hasta hace poco no se haya considerado su inclusión para la alimentación de cerdos (Moset *et al.*, 2015; Scerra *et al.*, 2022). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar los efectos que la inclusión de subproductos cítricos tiene sobre la composición nutricional y características tecnológicas de interés de la carne de cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 50 muestras de lomo de cerdo blanco, 25 del grupo control alimentado con pienso y 25 del grupo experimental en que parte del pienso se sustituyó por subproducto de cítricos. Tras el sacrificio en matadero comercial las canales se enfriaron a 4 °C durante 24 horas, momento en que se extrajo el lomo izquierdo. Tras su llegada al laboratorio, las muestras se almacenaron a 4 °C otras 24 horas momento en el que se analizó el pH, las pérdidas por goteo (Rasmussen y Anderson, 1996) y la humedad. A continuación, las muestras se envasaron a vacío y se congelaron a -18 °C. Antes de 3 meses y tras su descongelación durante 24h se analizaron grasa, proteína, pérdidas por cocción y textura. Para el análisis de pérdidas por cocción y textura se emplearon 2 filetes de 3,5 cm de grosor tomados entre la T9 y la T13. El análisis de la textura, se realizó usando un texturómetro TA-XT2i. Para el test SSF las muestras se cocinaron en grill de doble placa hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Se usó el kit SSF para partir dos muestras de 1 cm de grosor. Para el test WBSF las muestras se cocieron en baño de agua a 76 °C hasta alcanzar 72 °C centro pieza. Las piezas se pesaron antes y después y la diferencia se usó para calcular las pérdidas por cocción. Tras enfriar la pieza 6h a 4 °C se obtuvieron 6 cilindros de 1,27 cm de diámetro. En ambos casos las piezas obtenidas se cortaron de forma perpendicular a las fibras con las correspondientes sondas a una velocidad de 2 mm/s y se registró la fuerza máxima y el área bajo la curva desde el comienzo hasta el punto de fuerza máxima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de subproductos cítricos a la dieta de cerdos apenas produjo cambio en los parámetros de calidad evaluados. Así, el grupo experimental mostró valores ligeramente más bajos de pH ($p=0,209$) y asociados a este resultado, más altos de pérdidas tanto por goteo ($p=0,085$) como por cocción ($p=0,335$), y valores más altos de fuerza y de energía (área bajo la curva) de corte tanto con la sonda Warner-Bratzler ($p=101$, $p=0,091$) como con la Slide ($p=0,842$, $p=0,449$). Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En cuanto a la composición nutricional, el grupo experimental mostró valores más bajos de humedad y más altos de grasa y proteína, siendo las diferencias estadísticamente significativas únicamente en este parámetro ($p=0,015$).

CONCLUSIÓN

La incorporación de subproductos cítricos a la dieta apenas altera la calidad de la carne encontrándose una mejora en el perfil nutricional pero una tendencia a presentar mayores pérdidas de agua debido al bajo pH. Sería interesante estudiar parámetros asociados a la oxidación, ya que estos productos son ricos en antioxidantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bampidis, V.A. y Robinson, P.H. 2006. Anim. Feed Sci. Technol. 38: 175-217. • Moset, V. *et al.* 2015. Spanish J. Agric. Res. 13(3): e0607. • Rasmussen, A y Andersson, M. 1996, 42nd International Congress of Meat Science and Technology. 286-287. • Scerra, M. *et al.* 2022. Animals 12:757. • Vasta, V. *et al.* 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 147: 223-246.

Agradecimientos: Al proyecto mEATquality financiado por el programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea (Nº 101000344).

APLICACIÓN DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS EN NUEVOS PRODUCTOS IBÉRICOS CURADOS

Freire^{1*}, M., Ortiz¹, A., León¹, L., Ramírez², M.R. y Tejerina¹, D.

¹Centro de Investigaciones Científicas y tecnológicas de Extremadura. Área de Calidad de Carnes.

Ctra. A-V, Km 372, 06187 Guadajira, Badajoz, 06187 Guadajira, Badajoz;

²Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura. Área de Calidad de Carnes.

Ctra. Cáceres s/n, Finca Santa Engracia, 06071 Badajoz

*maria.freire@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Los productos curados se han comercializado tradicionalmente como piezas enteras. Sin embargo, los cambios sociodemográficos actuales, estilos de vida y hábitos de compra han llevado a los consumidores a seleccionar formatos en loncheado y envasado (Parra *et al.*, 2010). Del mismo modo, los productores del sector cárnico están potenciando el auge de otros productos curados en el mercado, como es el caso del solomillo que presenta unas características organolépticas potencialmente interesantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación en Altas Presiones (AP) en las propiedades nutricionales, organolépticas y sensoriales del solomillo curado Etiqueta Negra (RD 4/2014) en formato loncheado y envasado al vacío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 20 envases de 100 g (10 envases control y 10 envases a los que se les aplicó un tratamiento de 600 MPa durante 8 min con AP (Hyperbaric Wave 6000/55; Burgos, España)) se seleccionaron con el fin de analizar: el color instrumental en el espacio CIELAB; luminosidad (L^*), tendencia al rojo (a^*), y tendencia al amarillo (b^*); la oxidación lipídica a través de la técnica TBARS (Salih *et al.*, 1987); la oxidación proteica según Oliver *et al.* (1987); el contenido en α - y γ -tocoferol determinado por HPLC (Liu *et al.*, 1996); y el análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) con un panel entrenado y una escala no estructurada de 0-10 cm (0= ausencia, 10= máxima intensidad), según norma UNE-EN ISO 8589:2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de L^* y b^* fueron significativamente más altos en las muestras AP, viéndose por tanto un efecto del tratamiento hidrostático en el color instrumental. En cuanto al estado oxidativo, los valores de oxidación lipídica fueron de $1,54 \pm 0,26$ y $1,78 \pm 0,21$ ($\mu\text{gMDA/g}$) para las muestras Control y AP respectivamente. No obstante, estos valores están por debajo de los límites de detección por un panel de cata ($<2,25$ ppm) (Valencia *et al.*, 2006). Los resultados de oxidación proteica fueron de $3,15 \pm 0,34$ en el control y $3,25 \pm 0,54$ nmol/mg de proteína en AP, respectivamente. Inicialmente el tratamiento de altas presiones no afectó a este parámetro, al igual que en otros estudios con producto curado loncheado (Martillanes *et al.*, 2021). Con relación a los compuestos antioxidantes, los valores de α -tocoferol fueron de $14,00 \pm 1,65$ y $14,45 \pm 1,62$ $\mu\text{g/g}$ y de γ -tocoferol de $1,72 \pm 0,32$ y $1,52 \pm 0,27$ $\mu\text{g/g}$ para Control y AP, respectivamente. Por último, con relación al QDA, el panel observó mayores valores de dureza y fibrosidad y menor jugosidad para las muestras tratadas con AP. Los valores para el parámetro de sabores extraños estuvieron por debajo de 1 en ambos grupos de muestras.

CONCLUSIÓN

La aplicación de altas presiones modificó algunos parámetros fisicoquímicos y atributos sensoriales. Sin embargo, el estado oxidativo no se vio alterado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Liu, Q. *et al.* 1996. J. Anim. Sci 74: 2406-2410. • Martillanes, S. *et al.* 2021. LWT 151 • Oliver, C.N. *et al.* 1987. J Biol Chem. 1987: 262 • Parra, V. *et al.* 2010. Meat Sci 84. • Salih, A. *et al.* 1987. Poultry Sci 66(9): 1483-1488. • Valencia, I. *et al.* 2006. Meat Sci 73(2): 269-277.

Agradecimientos: Este estudio ha sido co-financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER y Junta de Extremadura a través del proyecto IBERCAL.

CIENCIA Y ALTA COCINA EN LA REVALORIZACIÓN DE HUESOS DE JAMÓN: DEL DESCARTE A LA INNOVACIÓN GASTRONÓMICA

Estrada*, O., Pinedo, I., Hipolito, C., Romeo, E., Pommerenk, J. y Pazos, N.

BCC Innovation, Centro Tecnológico en Gastronomía, Basque Culinary Center,
Juan Avelino Barriola, 101, Donostia-San Sebastián, 20009, España

*oestrada@bcculinary.com

INTRODUCCIÓN

La industria cárnica genera una cantidad significativa de subproductos que son descartados o infrautilizados. En el sector del jamón, los huesos con restos de carne representan un subproducto con alto potencial de revalorización, ya que pueden ser aprovechados para el desarrollo de nuevos productos. El objetivo del estudio fue hacer un desarrollo de producto con alto valor gastronómico a partir de huesos de jamón y evaluar el efecto del tratamiento térmico de esterilización en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del producto desarrollado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una sesión de ideación con chefs para seleccionar el tipo de producto a desarrollar. Se identificaron platos locales e internacionales que incorporan huesos de jamón como inspiración para nuevos productos y se validó la idea para desarrollar un caldo tipo ramen. Se formularon diferentes versiones del caldo ($n=15$) y se realizó la caracterización fisicoquímica e instrumental en las diferentes fases del prototipado. Se determinaron los parámetros de pH (Crison Basic 20), sólidos solubles totales (SST, °Brix, refractómetro VWR), contenido en sal (% NaCl, valoración volumétrica) y color (CIEL*a*b*, Konica Minolta CR-400). En la fase de desarrollo se procedió a la reformulación para ajustar el contenido de sal por debajo de 1,25 g/L y cumplir con la normativa vigente (Real Decreto 2452/1998). Una vez alcanzada la fórmula final se aplicó un tratamiento térmico de esterilización de 124 °C y 11 minutos. Los datos se analizaron con XLSTAT 2024 mediante ANOVA y prueba post hoc de Tukey ($p < 0,05$) para evaluar cambios tras el tratamiento térmico. La valoración organoléptica de los caldos de ramen se llevó a cabo por un equipo de chefs expertos en desarrollo de productos culinarios ($n=6$) y con amplia experiencia en gastronomía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento térmico de esterilización no tuvo un efecto significativo en los valores de pH, sólidos solubles totales ni el contenido en NaCl del caldo ramen ($p > 0,05$). Los valores promedio ($\pm$ D.S.) pre- y post- tratamiento obtenidos fueron: pH $5,71 \pm 0,02$ y $5,36 \pm 0,12$; % NaCl: $0,97 \pm 0,03\%$ y $0,98 \pm 0,04\%$; SST $3,80 \pm 0,00$ y $3,73 \pm 0,06$ °Brix. El análisis de color (CIEL*a*b*) evidenció cambios significativos ($p < 0,001$) tras la esterilización. El tratamiento térmico redujo significativamente la luminosidad pre- y post- tratamiento (L^* : $40,72 \pm 0,01$ y $37,99 \pm 0,04$), aumentó la tonalidad rojiza (a^* : $4,31 \pm 0,03$ y $5,09 \pm 0,06$) y disminuyó la intensidad del amarillo (b^* : $10,55 \pm 0,02$ y $7,94 \pm 0,08$). Estos cambios pueden atribuirse a reacciones de Maillard, caramelización y oxidación de compuestos durante el proceso térmico (Lazárková *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que el uso de huesos de jamón para la elaboración de caldos de ramen no solo permite reducir el desperdicio en la industria cárnica, sino que también da lugar a un producto con características fisicoquímicas y organolépticas adecuadas. Este estudio pone de manifiesto la importancia de la colaboración entre distintos profesionales, para desarrollar productos innovadores que sean sostenibles, saludables y atractivos para el consumidor. Además, el trabajo en equipos multidisciplinares garantiza que estos productos cumplan con la normativa vigente, facilitando su viabilidad en el mercado y contribuyendo a un modelo de producción alimentaria más eficiente y responsable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Real Decreto 2452/1998. Boletín Oficial del Estado, 279, 21 de noviembre de 1998.
- Lazárková *et al.* 2023 Foods 12(12): 2423.

Agradecimientos: Jamones González (Lugo, España).

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GUISANTE EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA GRASA DE CERDAS IMMUNOCASTRADAS

Argemí-Armengol^{1*}, I., Tor¹, M., Bottegal³, D., Latorre², M.A.,
Serrano-Pérez¹, B. y Álvarez-Rodríguez², J.

¹Universitat de Lleida; ²Universidad de Zaragoza; ³INTIA Argentina
immaculada.argemi@udl.cat.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de cerdos con fuentes proteicas locales puede disminuir el impacto del transporte de la soja importada para la formulación de dietas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los parámetros de la canal y el perfil de ácidos grasos al incluir altas proporciones de guisante en la dieta de cerdas inmunocastradas destinadas a la elaboración de productos cárnicos curados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron un total de 96 cerdas inmunocastradas Duroc x Berkshire, distribuidas al azar en ocho corrales. Las dietas fueron isoenergéticas, isoproteicas, e isoaminoácídicas. La dieta control contenía soja como fuente mayoritaria de aminoácidos en diferentes dosis (19%, 13% o 11%), en las tres fases de engorde (40-80, 80-110 y 110-140 kg), mientras que la dieta experimental incluía guisantes (25%, 30% o 40%, respectivamente) hasta los 7 meses de edad. El sacrificio se realizó en un solo día en un matadero comercial (Escorxador Frigorífic d'Avinó, S.A., Barcelona). El aturdimiento se hizo con CO₂. Las canales se clasificaron mediante un instrumento autorizado de visión artificial (VCS 2000) que recogía los espesores de grasa, a la altura del músculo *Gluteus medius* y dorsal entre 3ª y 4ª últimas costillas. En total se tomaron 15 muestras de lomo por dieta de la zona caudal (500 g a las 2h *post-mortem*), se envasaron al vacío y se conservaron a -80°C, hasta el análisis del contenido total y perfil de ácidos grasos (AG). El % grasa intramuscular (GIM) se determinó gravimétricamente tras la evaporación del disolvente bajo corriente de nitrógeno. El perfil de AG se determinó por cromatografía de gases (columna capilar 30 m x 0,316 mm; HP 6890 Series GC System, Avondale, PA, EEUU) y detector iónico de llama, expresando el porcentaje por cuantificación relativa de cada AG y sus sumas respecto al total (saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI). Los datos se analizaron mediante el uso de modelos lineales ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dietas no afectaron a ninguno de los parámetros de canal ($p > 0,05$) evaluados, siendo el peso de la canal ($106 \pm 2,2$ kg), rendimiento de la canal ($73,5 \pm 1,00$ %), espesor de grasa subcutánea lumbar ($24,0 \pm 1,90$ mm) y dorsal ($35,6 \pm 2,0$ mm), porcentaje de magro ($53,1 \pm 0,90$ %) y contenido total de GIM ($5,3 \pm 0,3$ %) similar entre grupos. El valor elevado de GIM de ambos tratamientos se atribuye a línea genética del macho finalizador (Suzuki *et al.*, 2003). Se detectaron un total de 25 AG en el lomo. El contenido total de AGS ($41,4 \pm 0,48$ %), AGMI ($49,9 \pm 0,4$ %) y AGPI ($8,7 \pm 0,35$ %) de la GIM no difirió entre las dietas. El ácido oleico (principal componente MUFA), con efecto positivo sobre las lipoproteínas de alta densidad (HDL), factor de protección sobre enfermedades cardiovasculares, no resultó afectado por la dieta del cerdo ($p > 0,05$). El C16:0 y el C18:0 fueron los principales AGS ($25,8 \pm 0,22$ % y el $13,8 \pm 0,28$ % del total, respectivamente). El contenido de AGPI n-3 fue significativamente superior ($p < 0,001$) en la dieta de soja que en la de guisante ($0,69$ % vs. $0,54 \pm 0,03$ %, respectivamente), debido principalmente al docosahexaenoico (C22:6 n-3; $p < 0,001$), lo que se tradujo en un menor ratio omega-6/omega-3 ($11,7$ vs. $14,2 \pm 0,29$, respectivamente). En cuanto a la proporción de AG individuales, la inclusión de guisante aumentó la proporción de ciertos AG minoritarios (C20:0, C16:1 n-9, C24:1 n-9, C22:4 n-6) y redujo sólo los n-3 minoritarios (C18:4 n-3 y C22:6 n-3) ($p < 0,05$), evidenciando ligeras diferencias en la actividad de síntesis de *novo* de AGS, AGMI y AGPI de cadena larga (Wood *et al.*, 2008).

CONCLUSIÓN

Los guisantes pueden substituir total o parcialmente la harina de soja en las dietas de cerdos en crecimiento y finalización, sin influir negativamente en el engrasamiento y el perfil de ácidos grasos mayoritarios de la carne, aunque el perfil nutricional resultaría más favorable en dietas con soja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Suzuki, K. *et al.* 2003. Meat Sci. 64: 35-42.
- Williams, C.M. 2000. Ann. Zootech. 49: 165-180.
- Simopoulos, A.P. 2002. Biomed. Pharmacother. 56: 365-379.
- Wood *et al.* 2008. Meat Sci. 78(4): 343-358.

LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE OLIVA Y GERMEN DE TRIGO MEJORA LA SALUDABILIDAD DE LAS SALCHICHAS COCIDAS

Revilla*, I., Rodríguez-Fernández, M., López-Calabozo, R., Martínez-Martin, I. y Vivar-Quintana, A.M.

E.P.S de Zamora, Universidad de Salamanca, Avenida Requejo 33, 49022 Zamora

*irevilla@usal.es

INTRODUCCIÓN

Existe un interés creciente por el uso de ingredientes más saludables a la hora de formular productos cárnicos. Esta preocupación ha orientado la investigación en dos direcciones, por un lado, la sustitución de la grasa de cerdo por aceites vegetales y por otra el uso de proteínas vegetales para sustituir a la carne. La primera estrategia busca reducir los niveles de ácidos grasos saturados y aumentar el nivel de ácidos grasos insaturados mediante la sustitución parcial por aceites como el de oliva (Lurueña-Martínez *et al.*, 2004) o el de soja (Wolfer *et al.*, 2018). En cuanto a la sustitución de la grasa y la carne por proteínas vegetales, presenta un gran potencial por su función como extensores, su alto valor nutritivo y su amplia gama de propiedades funcionales, siendo la proteína de soja la que ha sido más estudiada hasta el momento (Akesowan, 2008). En este contexto, este trabajo explora la viabilidad de la sustitución total de grasa de cerdo por aceite de oliva y la sustitución parcial de carne de cerdo por proteína de germen de trigo, y las repercusiones que tiene sobre la saludabilidad del producto final.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron tres lotes de salchichas cocidas en la planta piloto de unos 3 kg cada uno: 40%AO en la que se sustituyó el 40% de la grasa dorsal por aceite de oliva (Carbonell; 0,4°), 100%AO en la que se sustituyó el 100% de la grasa dorsal por aceite de oliva y 25%GT en la que se sustituyó el 25% de la carne de la formulación 100%AO por un 25% de germen de trigo (Harinera Tradicional Zamorana). Se realizaron dos pruebas de cada preparación en días diferentes y con carne y tocino diferentes.

El análisis químico de las salchichas (contenido de humedad, proteínas, grasas y cenizas) se realizó según los métodos de la AOAC (1990) y la fibra en un analizador Ankom. Los lípidos se extrajeron utilizando el procedimiento descrito por Folch *et al.* (1957). La composición en ácidos grasos de los lípidos se determinó tras la metilación en medio ácido por cromatografía gaseosa (ISO 12966-2:2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sustitución total de la grasa por aceite de oliva produjo un aumento de la grasa total junto con una disminución de la humedad, sin afectar a la proteína, cenizas o el contenido de fibra. Esto es debido a que a igual peso la grasa dorsal tiene menor contenido graso (80-85%) que el aceite (100%) debido a la presencia de carne magra y membranas internas. El aumento de grasa produce un descenso porcentual de la humedad. Cuando además se sustituye parte de la carne por germen de trigo se produce un descenso aún mayor de la grasa, pero también de la humedad, junto con un aumento de las cenizas y de la fibra, relacionada con la composición de la proteína del germen que es rico en estos dos componentes. En cuanto al perfil lipídico las salchichas 100%AO se caracterizaron por presentar un menor contenido de ácidos grasos saturados (AGS) y poliinsaturados (AGP), en especial n6 y mayor porcentaje de monoinsaturados (AGM) debido al alto contenido de ácido oleico del aceite de oliva. La posterior inclusión de un 25% de germen en sustitución de la carne produjo, frente al control y al 100%AO, un mayor descenso de AGS debido sobre todo al descenso del C18:0 y un aumento tanto de los AGP, tanto n6 como n3 siendo especialmente relevante el aumento del C18:3n3, junto con un aumento de los AGM, consiguiéndose unos valores más adecuados de las relaciones P/S y n6/n3.

CONCLUSIÓN

La sustitución de grasa por aceite de oliva y del 25% de la carne por germen de trigo resultó en unas salchichas cocidas más saludables ya que presentaron menor contenido en grasa, mayor de fibra y minerales y un mejor perfil lipídico con mayor contenido en AGM y AGP y menor en AGS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akesowan, A. 2008. *Afr. J. Biotechnol.* 7 • Folch *et al.* 1957. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509. • Lurueña-Martínez, M.A *et al.* 2004. *Meat Sci.* 68: 383-389. • UNI EN ISO 12966:2017. Animal and vegetables fats and oils – Gas chromatography of fatty acid methyl esters – Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. • Wolfer *et al.* 2018. *Meat Sci.* 145: 352-362.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Fundación General de la Universidad de Salamanca la concesión del proyecto de Pruebas de Concepto y Protección de Resultados (PC_TCUE23-24_006).

DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PROTEÓMICA ASEQUIBLE PARA LA AUTENTIFICACIÓN DE LA CARNE DE CUY (*CAVIA PORCELLUS*)

Sentandreu^{1*}, E., Osorio², O., Alegre¹, D., Beldarrain¹, L.R. y Sentandreu^{1*}, M.A.

¹Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC). 46980 Paterna (Valencia);

²Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Nariño, Nariño, Pasto, 520002, Colombia

*elcapi@iata.csic.es (E. Sentandreu)

*ciesen@iata.csic.es (M.A. Sentandreu)

INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero roedor andino de gran popularidad en países como Perú, Colombia, Ecuador, y Bolivia donde su carne es altamente consumida por su propiedades nutricionales y organolépticas. La mayor producción de cuy en Colombia se concentra en el departamento de Nariño, siendo ésta una producción artesanal con un bajo nivel de transformación. Para fomentar el desarrollo industrial nacional e internacional de la producción de la carne de cuy y sus derivados, resulta esencial el desarrollo de métodos fiables y asequibles de autenticación de este tipo de productos. De este modo, se podrá luchar eficazmente contra posibles prácticas fraudulentas destinadas a la comercialización de productos derivados de la carne de cuy mezcladas con carnes de menor calidad. En este trabajo se presenta un método de análisis proteómico económicamente abordable capaz de certificar la presencia inequívoca de carne de cuy, diferenciándola de otros tipos de carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diferentes contenidos de carne de cuy (0,1%; 0,5%; 1% y 5%) se mezclaron con carne de cerdo, homogenizando 0,5 g de cada mezcla con 8 mL de tampón NH_4HCO_3 50 mM, centrifugándolas a continuación durante 20 min a 13.000 rpm. Los sobrenadantes conteniendo las proteínas solubles se emplearon para fraccionar 1,5 mg de proteína total mediante isoelectroenfoque en medio líquido (OFFGEL) en el intervalo de pH 3-10, obteniendo un total de 13 fracciones por muestra. El estudio de los geles SDS-PAGE de las fracciones OFFGEL permitió seleccionar la fracción 6 al estar enriquecida principalmente por una proteína mayoritaria. Esta fracción 6 fue seleccionada en todas las muestras para su hidrólisis triptica. Los péptidos generados fueron identificados mediante un posterior análisis exploratorio LC-MS/MS convencional (trampa iónica lineal de baja resolución) y se compararon con los equivalentes a otras especies animales (hámster, degú, cerdo, conejo y gato) mediante un estudio de alineación de secuencias peptídicas Clustalw2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis LC-MS/MS reveló que la albúmina sérica era la proteína que estaba enriquecida en la fracción 6 OFFGEL, mientras que el estudio Clustalw2 permitió identificar cuatro péptidos específicos del cuy pertenecientes a esta proteína. Tres de estos péptidos (GLVLITLSQHLQK, posición 45-57, APQVSTPTLVEYAR, posición 439-452, y TVMGDFAAFLK, posición 570-580) contenían en su secuencia por lo menos un aminoácido diferente con respecto a las otras especies estudiadas. Por otro lado, el péptido RHPEY-SIGMLLR (posición 361-372) contenía por lo menos dos aminoácidos diferentes con respecto al péptido equivalente en las demás especies estudiadas. La eficacia como biomarcadores de estos cuatro péptidos se confirmó mediante un análisis LC-MS cuantitativo dirigido de tipo SRM (del inglés "Selected Reaction Monitoring") realizado por la trampa iónica lineal, permitiendo cuantificar la presencia de carne de cuy en los cuatro niveles de mezcla ensayados.

CONCLUSIÓN

Esta aproximación proteómica pionera permitió la determinación de biomarcadores específicos del cuy a niveles del 0,1%. El fraccionamiento OFFGEL como alternativa de enriquecimiento proteico, combinado con el empleo de un sistema LC-MS convencional de tipo trampa iónica lineal, puede resaltar una opción interesante para el desarrollo de métodos sensibles, asequibles e inequívocos para la evaluación rutinaria de la calidad de los productos cárnicos elaborados con carne de cuy y la lucha contra el fraude alimentario.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto 2021000100086 del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, MINCIENCIAS, de Colombia.

VIABILIDAD DEL USO DE UN EQUIPO NIRS PORTÁTIL PARA DISCRIMINAR CARNE DE CERDO EN FUNCIÓN DE LA RAZA Y SISTEMA DE MANEJO

Rodríguez-Fernández¹*, M., Revilla¹, I., López-Calabozo¹, R., Martínez-Martin¹, I., Vivar-Quintana¹, A.M., Escuredo², O., Muiño², L. y Seijo², C.

¹E.P.S de Zamora, Universidad de Salamanca, Avenida Requejo 33, 49022 Zamora;

²Universidade de Vigo, Facultad de Ciencias, As Lagoas, 32004, Ourense

*martarf98@usal.es

INTRODUCCIÓN

En el sector del cerdo ibérico es fundamental poder establecer la autenticidad de los productos ya que de ello depende en buena medida su precio. En este contexto, la Espectroscopía del Infrarrojo Cercano (NIRS) surge como una herramienta prometedora ya que puede ser utilizada de manera rápida, sencilla y no destructiva. A estas ventajas hay que sumar que los recientes desarrollos de equipos portátiles y miniaturizados podrían permitir su empleo en línea. Esta metodología se ha intentado aplicar para diferenciar raza (Zamora Rojas *et al.*, 2012) o sistema de manejo (Horcada *et al.*, 2020), pero la discriminación de factores conjuntamente presenta limitaciones (Horcada *et al.*, 2020). En el caso de los equipos portátiles, estas dificultades pueden ser mayores debido a sus diferentes rangos de trabajo y a que hay una fuerte influencia de la región espectral en la capacidad predictiva (Garrido-Delgado *et al.*, 2018). En este trabajo, por lo tanto, el objetivo fue determinar la viabilidad del uso de un equipo portátil MicroNIR 1700 para discriminar muestras de lomo de cerdo intactas, en función de la raza 100% vs. 50% ibérico y el sistema de manejo, montanera, cebo de campo o cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 125 muestras de lomo de cerdo divididos en 5 lotes. Animales criados en montanera: 100% ibérico (n=25) y 50% ibérico (n=25); animales criados en cebo de campo: 100% ibérico (n=17) y 50% ibérico (n=25) y animales criados con cebo: 50% ibérico (n=25). Cuando alcanzaron el peso de sacrificio se llevaron a mataderos autorizados, y tras la refrigeración 24h se extrajo el lomo izquierdo y se llevo al laboratorio. Pasadas 24h a 4 °C se cortaron dos lonchas de 2 cm de grosor del L.dorsi (T7-T9) y sobre cada loncha se registraron los espectros NIR en 5 puntos. El equipo portátil empleado fue el MicroNIR 1700 (Viavi), en el modo de reflectancia con medida en el rango espectral de 908-1676 nm. Los espectros obtenidos se trataron con el método discriminante OPLS-DA usando tanto los espectros crudos como los tratados con tratamientos de scatter (SNV, Detrend) combinados con suavizados de primera y segunda derivada. La bondad del modelo se determinó en función del % de acierto de clasificación en cada uno de los cinco grupos establecidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que de los tres pretratamientos espectrales diferentes (none, SNV y Detrend), para diferenciar los cinco grupos estudiados, el que mejor discriminó fue el tratamiento de scatter Detrend. A partir de ahí se determinó el pretratamiento matemático más correcto para mejorar la calidad de los datos. El modelo que mejores resultados mostró fue el Detrend 1,4,4,1 con un 89% de acierto total en clasificación. Los grupos con valores de clasificación más alta fueron montanera 100% con un 100% de aciertos, montanera 50% ibérico con un solo fallo, y solo 3 errores para el grupo de intensivo 50% ibérico. Para el sistema de alimentación de cebo de campo no fue posible conseguir discriminar tan bien, así en el caso del 50% ibérico se clasificaron correctamente 21 de 25 individuos y el grupo 100% ibérico presentó un mayor índice de errores, con 12 de 17 de los individuos bien clasificados.

CONCLUSIÓN

El método OPLS-DA demostró una capacidad superior para clasificar correctamente los cinco grupos, en comparación con otros enfoques multivariantes, para los diferentes sistemas de explotación y de la raza. A pesar de que para el cebo de campo las muestras procedentes de 50% y 100% ibérico no presentaron tan buenos valores de clasificación en calibración, hay que recordar que ambos tipos se amparan dentro de la misma etiqueta por la legislación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Garrido-Delgado, R. *et al.* 2018. Food Control 85: 292-299. • Horcada, A. *et al.* 2020. Food Chem. 318: 126-133. • Zamora-Rojas, E. 2012. Meat Sci. 90: 636-642.

Agradecimientos: Al proyecto mEATquality financiado por el programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea (Nº 101000344).

USO DEL ISOELECTROENFOQUE EN MEDIO LÍQUIDO PARA EL FRACCIONAMIENTO PROTEÓMICO DE LECHE CONVENCIONAL Y LECHE A2

Beldarrain, L.R., Sentandreu, E. y Sentandreu*, M.A.

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC). 46980 Paterna (Valencia)

*ciesen@iata.csic.es

INTRODUCCIÓN

La leche comúnmente conocida como “leche A2” contiene exclusivamente la variante A2 de la β -caseína (CN). En los últimos años, este tipo de leche se ha popularizado a raíz de que investigaciones hayan sugerido que la variante A1, presente junto a la A2 en la leche convencional, puede causar efectos gastrointestinales adversos en algunas personas consumidoras (Brooke-Taylor *et al.*, 2017). Entre ambas variantes existe únicamente un aminoácido de diferencia (la A1 sustituye Pro por His en la posición 67). Explotaciones de todo el mundo han comenzado a convertir sus rebaños a la producción de leche certificada como A2 mediante el uso de animales de genotipo A2A2, apreciándose un aumento de las ventas (Dantas *et al.*, 2023). Es necesario desarrollar metodologías transferibles a la industria alimentaria para autentificar este producto. Como paso previo es indispensable caracterizar el proteoma de la leche, por lo que el objetivo del presente trabajo fue optimizar el estudio de la fracción proteica de la leche mediante isoelectroenfoque en medio líquido (OFFGEL), SDS-PAGE y cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-ESI-MS/MS).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon marcas comerciales españolas de leche semidesnatada, 3 de leche A2 y otras 3 de leche convencional, 2 UHT y 1 pasteurizada de cada tipo. La grasa fue separada por centrifugación, realizando a continuación el enfoque isoelectrico de las proteínas en el intervalo de pH 4-7 a lo largo de 24 fracciones independientes. Con las 17 primeras fracciones de cada muestra se realizó por duplicado una electroforesis SDS-PAGE en geles del 15% de acrilamida, tiñendo los geles con azul de Coomassie coloidal. La intensidad de las bandas fue analizada por densitometría y las bandas fueron caracterizadas mediante LC-ESI-MS/MS. Los espectros obtenidos fueron interpretados empleando el motor de búsqueda MASCOT y las bases de datos Uniprot KB y NCBIprot.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los geles obtenidos mostraron perfiles proteicos reproducibles. El fraccionamiento OFFGEL permitió la diferenciación de las familias de proteínas mayoritarias, que fueron identificadas mediante LC-ESI-MS/MS. La β -CN se enfocó principalmente entre las fracciones 7 y 10 (punto isoelectrico 4,75-5,25), dando lugar a 10 bandas con pesos moleculares observados de entre 28 y 30 kDa. Las múltiples bandas son consecuencia de su abundancia en la leche (el $29,2 \pm 0,2$ % de las bandas cuantificadas correspondían a la β -CN), haciendo que éstas no se enfoquen en un único carril. A esto se le suma la presencia de fragmentos y bandas de otras variantes minoritarias de la β -CN, previamente descritas por electroforesis 2-DE (Jensen *et al.*, 2012). Sin embargo, las dos bandas más intensas de β -CN (fracciones 7 y 8; $29,8 \pm 1,7$ y $29,4 \pm 1,5$ kDa) fueron identificadas como una mezcla de las variantes A1 y A2 en los geles de leche convencional, y como la variante A2 exclusivamente en los de leche A2. La diferenciación de ambas variantes por LC-MS fue posible gracias a dos péptidos proteotípicos de 20 aminoácidos que contienen el aminoácido de la posición 67 que las diferencia.

CONCLUSIÓN

El isoelectroenfoque en medio líquido ha permitido caracterizar el proteoma de la leche y aislar las bandas correspondientes a la β -CN en los geles de SDS-PAGE. Además, el análisis LC-MS de las bandas mayoritarias de β -CN ha permitido la caracterización de dos péptidos que discriminan entre la leche A2 y la convencional. Estos resultados permiten sentar las bases para desarrollar un método rápido y transferible a la industria, para así dar respuesta al mercado creciente de la leche A2 en lo referente a la certificación del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brooke-Taylor, S. *et al.* 2017. Adv. Nutr. 8: 739-748
- Dantas, A. *et al.* 2023. Food Res. Int. 167: 112690
- Jensen, H.B. *et al.* 2012. J. Dairy Sci. 95: 2891-2903.

Agradecimientos: A la Generalitat Valenciana y al FSE+ por el contrato postdoctoral de L.R.B. Al proyecto Centro de Excelencia Severo Ochoa CEX2021-001189-S otorgado al IATA-CSIC.

IDENTIFICACIÓN DE BIOMARCADORES TEMPRANOS DE CARNE DFD RELACIONADOS CON ALTERACIONES *POST-MORTEM* DE LA HOMEOSTASIS CELULAR

Pérez-Prida^{1*}, J.M., Álvarez-Iglesias¹, N., González-Blanco¹, L., Castaño-Fernández¹, A., García-Espina¹, M.J., Coto-Montes², A., Sierra¹, V. y Oliván¹, M.

¹SERIDA, Ctra. AS-267, PK 19, 33300; ²UNIOVI, Julián Clavería 6, 33006

*josemapp@serida.org

INTRODUCCIÓN

En el ganado vacuno, el estrés pre- y peri-sacrificio aumenta los niveles de estrés oxidativo celular, lo que puede dar lugar a la aparición de defectos de calidad en la carne, conocidos como DFD (del inglés, Dark, Firm, and Dry). El estrés oxidativo afecta al funcionamiento de los orgánulos encargados de mantener la homeostasis celular, como el retículo sarcoplásmico (RS), produciendo la acumulación de proteínas mal plegadas, así como alteraciones en la homeostasis del calcio intracelular (Zhang y Kauffman, 2006). Para contrarrestar esto, las células activan la Respuesta a proteínas mal plegadas (Unfolded Protein Response, UPR) para restaurar la función del RS. Estudios previos han mostrado diferencias significativas en la expresión de los biomarcadores de la UPR (IRE1 α , ATF6 α y p-eIF α) en la carne DFD a las 24 horas *post-mortem* (pm) (González-Blanco *et al.*, 2023). El objetivo de este estudio fue conocer la dinámica de la UPR y de la homeostasis del calcio en la carne DFD en tiempos más cortos tras el sacrificio (2h y 8h pm) con el fin de identificar biomarcadores tempranos de calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron biopsias (20 g) del *Longissimus Thoracis et Lumborum* (LTL) de 90 canales de añejos de la raza "Asturiana de los Valles" a las 2h, 8h y 24 horas pm, que fueron conservadas a -80°C. A las 24h pm se midió el pH (pH₂₄) del LTL, identificando 5 canales DFD (pH₂₄ >6,2) y otras 5 canales CONTROL (mismo lote y origen, con pH₂₄ normal: 5,4-5,6). La calidad de la carne se valoró a las 48h pm mediante el análisis de color (L*, a*, b*) y las pérdidas por goteo (drip loss, DL) (González-Blanco *et al.*, 2023). En el extracto sarcoplásmico, se analizó la concentración de Calcio libre [Ca²⁺] mediante un kit de ensayo colorimétrico (ab102505, Abcam) y la expresión de ATF6 α , IRE1 α y p-eIF2 α mediante Western Blot. Se analizó el efecto del tipo de carne (CONTROL vs. DFD) y el tiempo pm (2h, 8h y 24h) mediante ANOVA y la correlación entre variables mediante el test de Pearson (SPSS vs. 22).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La carne DFD se caracterizó por un color más oscuro (L* y a*, P<0,05) y menor DL (P<0,05), es decir, mayor capacidad de retención de agua. La concentración de Ca²⁺ libre mostró valores más altos a las 2h y 8h pm, disminuyendo a las 24h pm (P<0,01), siendo más elevados en la carne DFD que en la CONTROL en todos los tiempos, con diferencias significativas a las 8h pm (P<0,05), lo que respalda estudios previos que relacionaron niveles elevados de Ca²⁺ con la aparición de defectos en la carne (Purslow *et al.*, 2021). La expresión de IRE1 α , que regula los mecanismos de degradación de proteínas, fue mayor en la carne DFD a las 2h (P<0,05), 8h (P<0,01) y 24h (P<0,001) pm, con un incremento sostenido en el tiempo (P<0,05), lo que sugiere una mayor acumulación de proteínas dañadas por estrés oxidativo. ATF6 α y p-eIF2 α también mostraron mayor expresión en la carne DFD en el pm temprano, con diferencias significativas (P<0,01) a las 24h pm, coincidiendo con resultados previos (González-Blanco *et al.*, 2023). A las 2h pm se observaron correlaciones negativas (P<0,05) entre el Ca²⁺ libre y DL (r=-0,65), a*(r=-0,79) y b*(r=-0,75) y entre ATF-6 α e IRE1 α y L*(r=-0,67 y -0,65) evidenciando la influencia de las alteraciones en la homeostasis celular pm sobre la calidad de la carne.

CONCLUSIÓN

El desequilibrio temprano de la homeostasis del Ca²⁺ intracelular en el músculo pm, junto con la activación de la UPR, están vinculados a la aparición de carne DFD. Niveles elevados de Ca²⁺ e IRE1 α a las 2h pm muestran un gran potencial como posibles biomarcadores tempranos de canales DFD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González-Blanco, *et al.* 2023. Meat Sci. 203: 109224. • Zhang y Kauffman. 2006. Hand. Exp. Pharmacol. 172: 69-91. • Purslow *et al.* 2021. Meat Sci 174: 108423.

Agradecimientos: Proyecto PID2021-123933OR-C31 y ayudas FPI de J.M. Pérez-Prida (PRE2022-104089) y N. Álvarez-Iglesias (PRE2022-102928) financiados por MICIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FSE+. Los autores son miembros del Consorcio cROS (IDE/2024/000719).

USO POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA NIRS PARA EL CONTROL DE LA TRAZABILIDAD DEL JAMÓN IBÉRICO

Ortiz*, A., León, L., Freire, M. y Tejerina, D.

Área de Calidad de Carne, Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden,
Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura
(CICYTEX), A5 km 372, CP. 06187 Guadajira (Badajoz)

*alberto.ortiz@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Los cambios sociodemográficos y hábitos de compra actuales conducen a formatos de venta de los productos ibéricos más pequeños, loncheados y envasados en detrimento de los formatos de pieza entera. Las distintas calidades y costes de producción asociados a cada una de las categorías definidas en la actual Norma de Calidad del Ibérico (RD 4/2014) hacen necesario un mayor control de la trazabilidad en estos formatos, ya que no disponen del marchamo como garantía de esta categoría comercial. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS) para garantizar la trazabilidad individualizada del jamón Ibérico en formato loncheado y envasado al vacío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 290 envases de jamón ibérico envasado al vacío (60 pertenecientes a las categorías Roja, Verde y Blanca y 110 pertenecientes a la etiqueta Negra). Se tomó un espectro por envase haciendo zigzag, en el rango comprendido entre 908,10 y 1676,20 nm con el equipo portátil; MicroNIR™ 1700 OnSite-W (VIAVI) mediante contacto directo de éste con la superficie del envase sin abrir, es decir, de forma no destructiva. La manipulación del instrumento y el registro de datos se llevaron a cabo utilizando el software MicroNir Pro v2.2 (VIAVI Solutions, Inc., San José, California, EE.UU.). Una vez estudiada la posible existencia de anomalías espectrales, se llevó a cabo una selección para constituir los colectivos de calibración y validación (70% y 30% del total de las muestras, respectivamente). Los modelos de clasificación se obtuvieron mediante el algoritmo de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) (software Unscrambler X vs. 10.5 de CAMO®) a partir de los datos en absorbancia (Log 1/R, siendo R la reflectancia), aumentando así la simplicidad de los modelos y la rapidez en la calibración y aplicación de los mismos. Para la evaluación de los modelos PLS-DA desarrollados con el conjunto de calibración, se utilizó el coeficiente de determinación de validación cruzada (1-VR). Tras la validación del modelo en el conjunto de validación, se utilizaron los estadísticos sensibilidad (SE), especificidad (SP) y precisión (Cáceres-Nevado *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo PLS-DA finalista rindió valores de 1-VR comprendidos entre 0,56 para la etiqueta Verde y hasta 0,78 para la etiqueta Blanca. Tras la validación externa, el modelo clasificó correctamente casi el 80% de las muestras de acuerdo con la categoría comercial a la que pertenecían (Negra, Roja, Verde y Blanca). Sin embargo, cabe destacar el bajo valor de sensibilidad que el modelo obtuvo para las muestras pertenecientes a la etiqueta Verde (16,67%) con respecto al resto, que llegó hasta el 100% para la etiqueta Blanca.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que la tecnología NIRS en combinación con PLS-DA podría ser una herramienta viable para trazar la categoría comercial a la que pertenece el jamón ibérico, especialmente para las categorías distintas a la Verde, avalando la capacidad de esta tecnología para ser considerada en cualquier estrategia de transformación digital relacionada con el control de la trazabilidad a nivel industrial y de la cadena de suministro cárnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• RD 4/2014 por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico, MAGRAMA. • Cáceres-Nevado, J. *et al.* 2021. Meat Sci. 258.

Agradecimientos: Este estudio fue realizado en el marco del proyecto denominado “Tecnologías avanzadas, innovadores y digitales para el sector agroalimentario de la EUROACE (0100_TID4AGRO_4_E)”, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG VI-A España-Portugal (POCTEP) 2021-2027 de la Comisión Europea.

CARACTERIZACIÓN HIPERESPECTRAL DE PECHUGAS DE POLLO CON MIOPATÍAS

Muñoz-Lapeira^{1*}, M., Wold², J.P., Font-i-Furnols³, M., Jofré¹, A., Sayavera⁴, S. y Zomeño⁵, C.

¹IRTA, Funcionalidad y Seguridad Alimentarias, Finca Camps i Armet 17121 Monells, España; ²Nofima AS, Norwegian Institute for Food and Fisheries Research, Muninbakken 9-13, Breivika, NO-9291; ³IRTA, Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet 17121 Monells, España; ⁴Avícola Sanchez, 08940 Cornellà de Llobregat, España; ⁵Facultad de Veterinaria, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, 46115 Alfara del Patriarca, España
miriam.munoz@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La aparición de miopatías ha planteado importantes desafíos para la industria avícola, poniéndose de manifiesto la necesidad de calibrar tecnologías objetivas y no invasivas para su detección. En este trabajo se investiga la tecnología hiperespectral para la caracterización y detección de las miopatías más relevantes actualmente en la pechuga de pollo, como son: la *spaghetti meat* (SM), caracterizada por el desmembramiento de las fibras musculares, la *wooden breast* (WB), caracterizada por el endurecimiento del músculo, y la *white stripping* (WS), caracterizada por la presencia de estrías blancas paralelas a las fibras musculares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 98 pechugas procedentes de pollos de diferentes lotes y sacrificados en diferentes días en un matadero comercial (11 muestras control (N), sin ninguna miopatía aparente; 44 con la miopatía SM; 9 con la miopatía WB; 7 con la miopatía WS y 27 con la combinación WB y SM). Para cada una se obtuvo una imagen hiperespectral (hipercubos de 900 × 1700 píxeles) empleando una cámara Pika L (Resonon INC, Bozeman, USA) en el rango entre 386 y 1016 nm y en modo reflectancia (R). A continuación, se seleccionaron mediante Matlab (The Mathworks, v.2023b) 3 regiones de interés (ROI) para cada una de las imágenes. Para cada ROI se extrajo un espectro medio, que fue transformado a absorbancia ($A = \log_{10}(1/R)$) y visualizado para su interpretación. Finalmente, se desarrollaron modelos *support vector machine* (SVM) con validación cruzada en 10 tramos para evaluar la capacidad discriminante de la tecnología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espectros mostraron diferencias en la presencia de mioglobina en distintos estados de oxidación (400-800 nm) y en la humedad (980 nm). En concreto, la SM presentó una mayor absorbancia en la región de 400 a 800 nm, y en bandas características de la isoforma oxigenada de la mioglobina (420 nm y 540-580 nm) (Millar *et al.*, 1996), seguramente debido a la mayor exposición de sus fibras, ya que estas se encuentran desconfiguradas y con apariencia deshinchada en esta miopatía. En la WB se detectó una menor presencia de mioglobina (menor absorbancia en 400-800 nm), al contrario que en la SM, y también menor humedad (menor absorbancia en 980 nm) (Wold *et al.*, 2017). Esto puede ser consecuencia de la fibrosis, que estaría actuando como una capa opaca e impidiendo la refracción de la luz. La WS presentó características intermedias, muy parecidas al control. El modelo discriminante SVM obtuvo un 76,1% de aciertos. No obstante, la precisión aumentó al considerar solo la SM y N (94,4% aciertos), así como considerando únicamente la SM y la WB (90,0% aciertos).

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren un potencial uso industrial de esta tecnología para discriminar miopatías, especialmente la SM. Además, el uso de esta tecnología permite seleccionar espacialmente regiones de la pechuga con mayor incidencia de miopatías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Millar, S.J., Moss, B.W., Stevenson, M.H. 1996. Some observations on the absorption spectra of various myoglobin derivatives found in meat. *Meat Sci.* 42(3): 277-88.
- Wold, J.P., Veiseth-Kent, E., Høst, V., Løvland, A. 2017. Rapid on-line detection and grading of wooden breast myopathy in chicken fillets by near-infrared spectroscopy. *PLoS One* 12(3).

Agradecimientos: IRTA Sponsored Fellowship Program 2022 por el contrato predoctoral de MML y Vall Companys Group y personal del departamento de calidad de AVICOLA SANCHEZ por su colaboración. La COST action SensorFINT por la beca de movilidad de MML a Nofima.

CARACTERIZACIÓN HIPERESPECTRAL DE LOMOS DE TERNERA DURANTE LA MADURACIÓN

Muñoz-Lapeira^{1*}, M., Zomeño², C., Font-i-Furnols³, M. y Panella-Riera³, N.

¹IRTA, Funcionalidad y Seguridad Alimentarias, Finca Camps i Armet 17121 Monells, España;

²Facultad de Veterinaria, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, 46115 Alfara del Patriarca, España; ³IRTA, Calidad y Tecnología Alimentarias,

Finca Camps i Armet 17121 Monells, España

*miriam.munoz@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La maduración es una estrategia que permite mejorar la terneza de la carne y también puede modificar su flavor (Kim *et al.* 2018). Se puede realizar en seco con o sin bolsa permeable, o en húmedo, o sea envasada al vacío. Durante la maduración la carne se mantiene a temperaturas de refrigeración y se controla la humedad relativa. El seguimiento de la evolución de la maduración con tecnologías no destructivas como la hiperespectral, es de interés para poder controlar el proceso y asegurar la calidad del producto final. El objetivo del trabajo fue evaluar la evolución de la maduración en seco, en seco con bolsa o en húmedo de manera no destructiva mediante la tecnología hiperespectral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 8 lomos de ternera *Bruna dels Pirineus* se dividieron en 7 porciones de tamaño similar a los que se les asignó un tipo de maduración (seca, seca con bolsa permeable o húmeda) y un tiempo de maduración (28 y 70 días) siguiendo un diseño balanceado, o sea 3x2 porciones más una porción a tiempo inicial. A cada tiempo (inicial, 28 y 70 días) se determinaron características de calidad de los lomos y se obtuvieron imágenes hiperespectrales. Para ello, las porciones de lomo se secaron con papel absorbente para minimizar el brillo y se colocaron en una plataforma móvil (0,03 m/s) iluminada. Una cámara hiperespectral (Pika L, Resonon INC, Bozeman, USA) conectada a un ordenador con el correspondiente software de adquisición (SpectronPro versión 2.123, Resonon Inc., Bozeman, MT, USA) y situada a 50 cm de la plataforma, capturó 900 píxeles durante 1700 líneas en modo reflectancia, entre las longitudes de 386 a 1016 nm. Las imágenes se importaron a Matlab (The MathWorks Inc., 2023a, Natick, MA, USA) y se extrajeron el fondo y las saturaciones, y se seleccionó manualmente el músculo *Longissimus* para extraer el espectro medio. Se restaron los espectros extraídos a tiempo inicial de los extraídos a tiempo 28 y 70 días, y se empleó un análisis de componentes principales (ACP) sobre estos espectros. Finalmente, se generaron modelos mínimos cuadrados parciales (PLS) para predecir las variables cuantitativas en función de los espectros en cada tiempo sin substraer.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el ACP, se interpretó un aumento en las regiones espectrales características de la metamioglobina y deoximioglobina con el tiempo de maduración (Millar *et al.*, 1996). Por otra parte, se observó que los lomos sometidos a maduración húmeda conservaban un mayor contenido en humedad y oximioglobina tras 70 días. Los lomos madurados en seco en bolsa también conservaron la humedad, pero aumentaron los estados oxidados de la mioglobina. Por último, en los lomos madurados en seco se observó en los espectros una concentración de los pigmentos y la grasa. En cuanto a los modelos de predicción, los mejores resultados se obtuvieron para el tiempo de maduración ($R^2 = 0,98$), la pérdida de peso ($R^2 = 0,92$), humedad ($R^2 = 0,88$), exudación ($R^2 = 0,84$) y los parámetros de color interior (hue: $R^2 = 0,90$; L*: $R^2 = 0,90$; b*: $R^2 = 0,85$; a*: $R^2 = 0,83$). La proteína y la grasa también se predijeron de manera precisa ($R^2 = 0,83$ y $R^2 = 0,82$, respectivamente).

CONCLUSIÓN

La tecnología hiperespectral ha demostrado ser rápida y eficaz para predecir en tiempo real algunas propiedades de la carne madurada. Esto podría permitir a los productores conocer el estado de maduración de su carne de una forma objetiva y no destructiva y tomar decisiones apropiadas para cada pieza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Millar, S.J. *et al.* 1995. Meat Sci. 42(3): 277-288. • Kim *et al.* 2018. Meat Sci. 144: 74-79.

Agradecimientos: IRTA Sponsored Fellowship Program 2022 por el contrato predoctoral de MML. INIA Uruguay por la financiación de parte de la investigación.

IMÁGENES HIPERESPECTRALES–NIR PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE PROTEÍNAS VEGETALES EN HAMBURGUESAS DE CARNE DE VACUNO

León-Ecay*, S., López-Maestresalas, A., Arazuri, S., Mendizabal, J.A. e Insausti, K.

IS-FOOD, Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona

*sara.leon@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

Las proteínas vegetales se incorporan a los productos cárnicos con el fin de mejorar determinadas propiedades; sin embargo, si no se declaran correctamente en la etiqueta, la mínima presencia de éstas puede derivar en alergias alimentarias graves (Macedo-Silva *et al.*, 2001). En España, la integración de proteína vegetal en matrices cárnicas está limitada por el Real Decreto 474/2014 a un máximo del 3%. Por ello, debido a la dificultad para identificar contenidos tan bajos, el objetivo de este estudio reside en demostrar el potencial de las imágenes hiperespectrales (HSI) en el rango del infrarrojo cercano (NIR) para detectar la adición de proteínas de guisante (PG) y soja (PS) en carne picada de vacuno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para desarrollar el estudio, se formularon un total de 120 hamburguesas provenientes del músculo *longissimus lumborum* de ganado vacuno. Para su elaboración, a la carne picada se le incorporó proteína de guisante ($n_{PG} = 40$) y soja ($n_{PS} = 40$) en proporciones de 1%, 3%, 4% y 6% p/p (10 hamburguesas por formulación y proteína). Se consideraron además 40 hamburguesas de carne sin proteína añadida (Control). El total de las 120 muestras se midieron con un sistema de captura de imágenes hiperespectrales en el rango del infrarrojo cercano (900 – 1,700 nm). Entre los elementos del sistema destacan un conjunto de iluminación compuesto por 4 lámparas halógenas de 28 W cada una y una cámara Xeva-1.7-320 (900 – 1,700 nm; resolución de 320 x 256 píxeles). Posteriormente, las imágenes fueron apiladas en cubos tridimensionales para proceder con su normalización. Una vez testada la efectividad de los métodos de preprocesamiento espectral, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) y un análisis discriminante lineal (LDA) con el *software* PLS_Toolbox 9.5. bajo MATLAB R2024a. Para garantizar la calidad y robustez de los modelos quimiométricos, el total de las muestras fue dividido en una ratio 70:30 entre calibración y validación externa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, gracias al PCA, se detectaron agrupaciones entre las muestras control y aquellas que contenían diferentes proporciones de proteína vegetal. Así, en el caso de las hamburguesas que incluían proteína de guisante, el PCA, previo pretratamiento con 1ª derivada + corrección de la dispersión media + centrado medio, mostró potencial para separar las hamburguesas con proteína añadida al 1 y 3% (PC2 positivo) de aquellas con proteína al 4 y 6% (PC2 negativo). Para realizar el análisis discriminante se siguieron dos estrategias: (1) identificación independiente de cada proteína añadida vs. las hamburguesas de carne sin proteína incorporada y (2) discriminación de las muestras con un porcentaje de proteína inferior al límite establecido por la legislación (1 y 3%) vs. las que presentaban un 4 y 6% p/p vs. las de carne sin proteína añadida. En el primer escenario, se reportaron excelentes ratios de muestras correctamente clasificadas según el grupo al que pertenecían (Control, PG, PS), llegando a superar el 94% de tasa de éxito en validación externa. De forma similar, se discriminó entre muestras control vs. 1 y 3% vs. 4 y 6% con una precisión superior al 90,4%. Finalmente, estos resultados estarían en consonancia con los obtenidos por Jiang *et al.* (2022) que, en estudios con porcentajes de inclusión de soja más altos (hasta el 30%), obtuvieron valores de $R^2 = 0,99$ (validación externa) en la predicción del contenido de proteína vegetal en las hamburguesas de vacuno.

CONCLUSIÓN

El alto porcentaje de éxito en la discriminación de las hamburguesas con niveles de incorporación de proteína vegetal muy bajos (1%) demostró que la tecnología de imagen hiperespectral en el rango NIR puede ser empleada como método robusto y no destructivo para detectar prácticas fraudulentas en los etiquetados de productos cárnicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Jiang *et al.* 2022. *Infrared Physics & Technology* 127: 104401. • Macedo-Silva *et al.* 2001. *Journal of Food Composition and Analysis* 14: 469-478.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada con una ayuda predoctoral UPNA-2022.

IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD ALIMENTARIA PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LECHE Y QUESO DE OVEJA PROVENIENTES DE SISTEMAS INTENSIVO Y EXTENSIVO

Iglesias-Rodrigo^{1*}, N., Aldai¹, N., Bustamante¹, M., Lavín², P., Manso², T., Mantecón³, A.R. y Barrón¹, L.J.R.

¹Grupo de Investigación Lactiker, Facultad de Farmacia, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz;

²Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia;

³Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-Universidad de León, León

*nagore.iglesias@ehu.eus

INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en un estudio de caso aplicado a dos zonas representativas de sistemas de manejo de ovino lechero en España con diferente grado de intensificación: Castilla y León, manejo intensivo; y País Vasco y Navarra, manejo extensivo. El objetivo es identificar indicadores de calidad alimentaria que permitan diferenciar ambos sistemas de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio participaron 21 granjas de Castilla-León y 26 granjas del País Vasco y Navarra. Se recogieron muestras de leche cruda y queso de las granjas durante la época de producción de leche, y en particular en el caso de las granjas extensivas, en el período de mayor intensidad de pastoreo. En muestras de leche y queso, el análisis de compuestos vitamínicos liposolubles (tocolos y retinoides) se llevó a cabo mediante HPLC-FD (Blanco-Doval *et al.*, 2025), y los ácidos grasos se analizaron por GC/FID (Kramer *et al.*, 2008). El tratamiento estadístico de datos consistió en la aplicación del modelo lineal general de análisis de la varianza utilizando como factor fijo el tipo de manejo (intensivo o extensivo), y la granja individual como factor aleatorio anidado en tipo de manejo. También se aplicó un análisis discriminante para clasificar en su grupo de pertenencia a las granjas intensivas y extensivas, utilizando los indicadores de calidad alimentaria. La significación estadística fue declarada para $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tres indicadores de calidad alimentaria vinculados a marcadores de naturaleza lipídica fueron utilizados para discriminar entre las granjas intensivas y extensivas. El primero de ellos, denominado indicador de ácidos grasos relacionados con la ingesta de pasto (AGRIP; Garmendia *et al.*, 2022) aumenta su valor numérico cuando el pastoreo es más intenso. Así pues, las leches y quesos de granjas intensivas presentaron un valor medio AGRIP de 3,3, mientras que en las de origen extensivo fue de 11,8. El segundo indicador denominado indicador de ácidos grasos relacionados con grasa saludable (AGRGS) aumenta su valor cuando la relación entre ciertos ácidos poliinsaturados frente a ácidos saturados con potencial aterogénico es mayor. El valor medio de AGRGS en las leches y quesos de las granjas intensivas fue de 0,2 mientras que en las granjas extensivas el valor aumentó hasta 0,7. El tercer indicador consistió en una relación entre compuestos liposolubles con actividad vitamínica (CLAV) y aumenta sus valores a mayor actividad vitamínica de los compuestos. El valor medio de CLAV en las leches y quesos de las granjas intensivas fue 11,7 y 23,7, respectivamente, mientras que el valor medio del indicador en granjas extensivas fue de 25,5 y 355 en leches y quesos, respectivamente. Utilizando los tres indicadores en un análisis discriminante, se pudieron clasificar correctamente en su grupo de pertenencia (granja intensiva o extensiva) el 98% de las muestras de leche, y el 96% de las de queso.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que los indicadores de calidad alimentaria pueden ser útiles para la autenticación y diferenciación de leches y quesos procedentes de sistemas de manejo intensivos y extensivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Blanco-Doval, A. *et al.* 2025. J. Sci. Food Agric. 105: 1894-1903. • Garmendia, E. *et al.* 2022. Agron. Sustain. Dev. 42: 47. • Kramer, J.K.G. *et al.* 2008. Lipids 43: 259-273.

Agradecimientos: N. Iglesias-Rodrigo agradece al Gobierno del País Vasco la beca predoctoral. Este trabajo forma parte de los proyectos PID2020-113395RB C21 y C22 financiados por MCIN/AEI/10.13039/5011000110. Los autores agradecen a las granjas de Assafe, Latxa Esnea, Denominación de Origen Idiazabal y EHKOlektiboa que han colaborado en esta investigación.

EFICACIA DEL USO DEL PERFIL LIPÍDICO Y LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA CLASIFICACIÓN AVANZADA DE LA CARNE DE CORDERO DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS MALLORQUINAS

García-Infante^{1*}, M., Delgado-Pertiñez¹, M., Corro², I., y Horcada¹, A.

¹Departamento de Agronomía, ETSIA. Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera km 1, 41013, Sevilla;

²Institute for Medical Technology Assessment (iMTA), Erasmus University Rotterdam, Burgemeester Oudlaan 50, Rotterdam, 3062 PA, The Netherlands

*mgarcia53@us.es

INTRODUCCIÓN

El perfil de ácidos grasos de la carne de los rumiantes se viene utilizando para identificar el origen y el régimen alimenticio de estos animales de abasto (Horcada *et al.*, 2024). De hecho, popularmente, los ácidos grasos poliinsaturados vienen siendo identificados como biomarcadores dietéticos en pequeños rumiantes. Sin embargo, otros ácidos grasos menos abundantes como el C17:1 han sido propuestos en la carne como posibles biomarcadores asociados al origen de la dieta de los animales (Velasco *et al.*, 2004). En la actualidad, el desarrollo de la foodómica, junto al poder de análisis que ofrecen los algoritmos de inteligencia artificial permiten desarrollar nuevos métodos de autenticación del origen de la carne y sus sistemas productivos. El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar un modelo de *machine learning* escalable utilizando los ácidos grasos como biomarcadores presentes en la carne de los corderos de las razas autóctonas Oveja Mallorquina y Roja Mallorquina para la clasificación de canales de acuerdo a su origen productivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Mediante cromatografía gaseosa se analizaron los perfiles de ácidos grasos de 124 muestras de carne de cordero de las razas Oveja Mallorquina y Roja Mallorquina, clasificadas en cuatro grupos: Mallorquina lechal (ML; n=49), Mallorquina ternasco alimentado con pasto (MP; n=27), Mallorquina ternasco suplementado con concentrado (MC; n=24) y Roja Mallorquina suplementada con concentrado (RC; n=24). Para la clasificación de las canales obtenidas, se empleó una red neuronal artificial multicapa con funciones de *Dropout*, *L2* y *Batch Normalization*, optimizada con *Adam* y validada mediante validación cruzada estratificada en cinco pliegues. La selección de variables se realizó con *Recursive Feature Elimination* para reducir la dimensionalidad de los datos. Con idea de mejorar la generalización del modelo, se aplicó una estrategia de generación de datos sintéticos mediante *jittering*, agregando ruido aleatorio con distribución bayesiana. Para balancear las clases se utilizó *Random Over Sampler*, comparando datos reales y sintéticos para asegurar su representatividad. El conjunto de entrenamiento final incluyó 392 animales y 5 ácidos grasos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la clasificación de las canales ovinas obtenidas tuvieron una precisión general del 97%, con una estimación de clases del 95% para el grupo ML, el 100% para el grupo MP, el 100% para el grupo MC y el 95% para el grupo RC. Por el siguiente orden, los ácidos grasos, C17:1, C18:2n-6c, 10t12c CLA, EPA y DHA se identificaron como los de mayor poder discriminante. Estos resultados refuerzan estudios previos en la raza Oveja Mallorquina (García-Infante *et al.*, 2024), donde el ácido graso C17:1 se identificó como el principal biomarcador lipídico a partir de modelos de *machine learning* sin aumentación sintética de datos.

CONCLUSIÓN

El estudio muestra la viabilidad del uso de técnicas de aumentación sintética de datos para la generalización de modelos de redes neuronales clasificatorias de la carne de los corderos de las razas autóctonas Oveja Mallorquina y Roja Mallorca. A partir de modelos de redes neuronales clasificatorias basadas en el uso de técnicas de aumentación sintética de datos, el ácido graso C17:1 puede ser propuesto como un importante biomarcador dietético para la asignación del origen de la carne de los corderos baleares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Horcada, A., García-Infante, M., Jingjing, L., Álvarez, C. 2024. Cogent food agric. 10: 2359943.
- Velasco, S., Cañeque, V., Lauzurica, S., Pérez, C., Huidobro, F. 2004. Meat Sci. 66: 457-465.
- García-Infante, M., Castro-Valdecantos, P., Delgado-Pertiñez, M., Teixeira, A., Guzmán, J.L., Horcada, A. 2024. Food Biosc. 104104.

Agradecimientos: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IRFAP) del Govern de les Illes Balears, Asociaciones de Ganaderos de las razas Oveja Mallorquina y Roja Mallorquina.

CLASIFICACIÓN DE CARNE NORMAL, DFD EXTREMA Y DFD ATÍPICA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA VIS-NIR

Álvarez-Iglesias*, N., Pérez-Prida, J.M., González-Blanco, L., Castaño-Fernández, A., Arias, E., González, P., Sierra, V. y Oliván, M.

¹SERIDA, AS-267, PK19, 33300; ²ASINCAR, 33180, Noreña

*nel.alvareziglesias@asturias.org

INTRODUCCIÓN

La carne de vacuno presenta en ocasiones un problema de calidad conocido como DFD (del inglés, Dark, Firm and Dry), que produce carne de color oscuro, elevada capacidad de retención de agua (CRA) y textura anómala, generando rechazo en los consumidores y grandes pérdidas económicas. Aunque el pH muscular elevado a las 24h *post-mortem* (pH_{24}) se considera indicativo de este defecto, no existe un umbral estandarizado de pH_{24} para clasificar la carne como DFD debido a las diferencias entre razas y sistemas productivos (González-Blanco *et al.*, 2024). Esta falta de consenso hace necesario desarrollar herramientas rápidas y precisas para detectar el problema de forma temprana en la cadena de comercialización. Diferentes estudios han demostrado la eficacia de la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) para identificar carnes de vacuno con defectos de calidad (Prieto *et al.*, 2017; Tejerina *et al.*, 2022). El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de la tecnología Vis-NIR para discriminar entre carne de vacuno de calidad normal y carne DFD, distinguiendo dos niveles de alteración del pH_{24} : carne DFD atípica ($5,8 < pH_{24} < 6,2$) y carne DFD extrema ($pH_{24} > 6,2$).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se monitorizó el pH_{24} de más de 3500 canales de añejos de la raza "Asturiana de los Valles" sacrificados en mataderos comerciales, identificándose un total de 49 canales DFD extremas ($pH_{24} > 6,2$) y 13 canales DFD atípicas ($5,8 < pH_{24} < 6,2$). Por cada canal con pH_{24} anómalo ($n = 52$), se seleccionó una canal con características similares (peso, sexo, edad, origen, lote de sacrificio), pero con un pH_{24} normal (entre 5,4 y 5,6) como control. A las 48h *post-mortem* se extrajo el *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) que se dividió en filetes de 3,5 cm en los que se analizó el color (L^* , a^* , b^* , C^* y hue°), la CRA y se recogieron espectros Vis-NIR (350 - 2500nm) con el equipo Labspec 5000 a diferentes tiempos *post-mortem* (48 horas, 3, 7 y 14 días). Los espectros fueron depurados y promediados, y la población espectral resultante se dividió en dos, un 80% de las muestras se usó para desarrollar los modelos de calibración y el 20% restante para la validación. Se desarrollaron modelos PLS-DA y se calculó la sensibilidad (SE), especificidad (SP) y precisión (P) de los modelos en las muestras de validación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollaron modelos de calibración para discriminar entre carne de calidad normal y DFD. Estos modelos lograban clasificar correctamente el 95% de las muestras normales y el 84% de las muestras DFD del conjunto de validación. A continuación, se evaluó la capacidad de la tecnología NIRs para diferenciar entre carne normal, DFD atípica y DFD extrema. Los modelos obtenidos alcanzaron valores de precisión y especificidad superiores al 80% en los tres grupos. Sin embargo, la sensibilidad de estos modelos para identificar carne DFD atípica fue limitada, ya que la mayoría de estas muestras fueron clasificadas erróneamente como DFD extremas. Esto probablemente se debe a la mayor similitud espectral entre las carnes DFD atípicas y las DFD extremas, lo que dificulta su diferenciación. Para mejorar la clasificación de las carnes defectuosas, se desarrolló un modelo adicional, enfocado exclusivamente en las muestras DFD. Este modelo logró identificar correctamente el 91% de las muestras DFD extremas y el 73% de las muestras DFD atípicas.

CONCLUSIÓN

Los resultados confirman la eficacia de la tecnología Vis-NIR como herramienta rápida y no destructiva para la detección y clasificación temprana de la carne DFD, incluso para la discriminación entre casos DFD atípicos y extremos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González-Blanco, *et al.* 2024. Meat Sci. 217: 109618.
- Prieto *et al.* 2014. Can. J. Anim. Sci. 94: 445-454.
- Tejerina *et al.* 2022. Foods. 11: 3274.

Agradecimientos: Proyecto PID2021-123933OR-C31 y ayudas FPI de N. Álvarez-Iglesias (PRE2022-102928) y J.M. Pérez-Prida (PRE2022-104089) financiados por MICIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FSE+. Los autores son miembros del Consorcio cROS (IDE/2024/000719).

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN TOTAL DE LA GRASA ANIMAL POR EMULSIONES DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA EN HAMBURGUESAS DE TERNERA

Pérez-Baltar*, A., Herrera, T. y Miguel, E.

Área de Investigación Agroalimentaria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca *El Encín*, Carretera N-II km 38,200, 28805 Alcalá de Henares (Madrid)

*aida.perez@madrid.org

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias de la industria cárnica para elaborar productos más saludables, cada vez más demandados por los consumidores, es reducir su contenido de grasa y/o mejorar su perfil lipídico. Una de las formas para conseguirlo es la sustitución de la grasa animal de los derivados cárnicos por aceite de oliva virgen extra (AOVE), sin que se comprometa su calidad y su aceptación. El objetivo del trabajo fue investigar el efecto de la sustitución de la panceta de cerdo por distintas emulsiones de aceite de oliva virgen extra (AOVE) en hamburguesas de ternera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron tres lotes de hamburguesas de magro de ternera, uno control (con 5% de panceta de cerdo) y los lotes 1 y 2, donde la panceta se sustituyó totalmente por una emulsión de AOVE que contenía proteína vegetal o animal, respectivamente. Se utilizaron tres hamburguesas crudas de 100 g de cada lote para el análisis nutricional, incluyendo el perfil de ácidos grasos. Las hamburguesas se cocinaron en una plancha hasta alcanzar una temperatura interna de 75 °C para analizar sus propiedades fisicoquímicas (pH, actividad de agua (a_w) y humedad), instrumentales (color: L^* , a^* y b^*) y tecnológicas (pérdidas por cocción). Se realizó además una prueba sensorial de preferencia con un panel de 120 consumidores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un contenido de proteínas en torno al 21%, con un valor menor en las hamburguesas del lote 2, lo que concuerda con el contenido de proteínas de las materias primas utilizadas. El contenido de azúcares y de fibra fue menor al 0,2 y 0,1%, respectivamente, en todos los lotes. El lote 2, presentó el menor contenido de grasa, aunque fue bajo en los tres lotes (rangos entre el 5 y el 8 %). Se observó una disminución significativa del porcentaje de los ácidos grasos saturados en las muestras elaboradas con grasa vegetal (de 7 y 12 unidades para los lotes 2 y 3, respectivamente, respecto al control) junto con un aumento significativo de los ácidos grasos poliinsaturados en el lote 2. Asimismo, se mejoró la proporción $\omega 6/\omega 3$ en los lotes que contenían grasa vegetal, especialmente en el lote 2. El pH de los tres lotes estuvo en torno a 6, la humedad relativa entre el 60 y el 64% y la a_w fue de 0,925. No se registraron diferencias en el color de las hamburguesas cocinadas, excepto en la tendencia al rojo, que fue menor para el lote 2. Las pérdidas por cocción fueron significativamente menores en el lote 2. En la prueba de análisis sensorial, los consumidores prefirieron el lote 2, seguido del 3, con diferencias de 13 y 11 puntos respecto al control, aunque dichas diferencias no fueron significativas. Otros autores han reportado una mejora de la calidad tecnológica y perfil lipídico en hamburguesas elaboradas con distintos tipos de carne y de grasa vegetal, aunque, a diferencia de lo que ocurre en nuestro trabajo, la sustitución total de la grasa puede comprometer su aceptación sensorial (Badar *et al.*, 2023; de Oliveira *et al.*, 2023; Ferreira *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

La sustitución total de panceta por AOVE emulsionado con proteínas de distinto origen (vegetal y animal) permite desarrollar hamburguesas de ternera más saludables, que no difieren en la calidad de las hamburguesas que contienen grasa animal, o incluso la mejoran, y que son igualmente aceptadas por los consumidores. El uso de la emulsión de AOVE con proteína vegetal utilizada en este trabajo parece una estrategia prometedora para elaborar derivados cárnicos de calidad y más saludables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Badar, I.H. *et al.* 2023. Meat Sci. 199: 109143. • de Oliveira, M.M. *et al.* 2020. Food Sci Technol Int. 37832137. • Ferreira, I. *et al.* 2022. Biomolecules 12: 1416.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del IMIDRA (Proyecto FP24-CÁRNICOSMADRID).

EFFECTO DEL COCINADO EN HAMBURGUESAS DE TERNERA ELABORADAS CON DISTINTOS TIPOS DE GRASA

Pérez-Baltar*, A., Herrera, T. y Miguel, E.

Área de Investigación Agroalimentaria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca *El Encín*, Autovía 2 km 38,200, 28805 Alcalá de Henares (Madrid)

*aida.perez@madrid.org

INTRODUCCIÓN

Las hamburguesas de ternera son uno de los derivados cárnicos más consumidos, pero la demanda creciente de productos más saludables por parte de los consumidores hace aconsejable su reformulación. La sustitución total de panceta de cerdo por emulsiones de aceite de oliva virgen extra desarrolladas en este grupo ha demostrado ser una buena estrategia para la mejora del perfil lipídico de las hamburguesas de ternera, sin comprometer su calidad y su aceptación sensorial. Sin embargo, se desconoce cómo el cocinado puede afectar a dicha mejora. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del cocinado en hamburguesas de ternera elaboradas con grasa animal y diferentes tipos de grasa vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron cuatro lotes de hamburguesas de magro de ternera, uno control (sin grasa añadida), el lote 1 (con 5% de panceta de cerdo) y los lotes 2 y 3, en los que la panceta se sustituyó totalmente por una emulsión de AOVE que contenía proteína vegetal o animal, respectivamente. Se analizó la composición nutricional, el perfil de ácidos grasos (AG) y las propiedades fisicoquímicas e instrumentales, tanto de las hamburguesas crudas, como de las hamburguesas cocinadas en una plancha hasta alcanzar una temperatura interna de 75 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cocinado aumentó el pH y redujo el contenido de humedad, alrededor de 10 unidades en todos los lotes, y la actividad de agua (a_w). La luminosidad de las muestras, la tendencia al amarillo y, especialmente, la tendencia al rojo, disminuyeron con el cocinado. El contenido de proteínas aumentó con el cocinado, principalmente en el lote con panceta, seguido de los lotes con grasa vegetal. El contenido de grasa se mantuvo tras el cocinado, excepto en el lote 2, en el que aumentó. Los AG saturados se redujeron desde el 47% en el control en 2, 10 y 15 unidades porcentuales para los lotes 1, 3 y 2, respectivamente, en las hamburguesas crudas. Esta mejora en el perfil lipídico no resultó afectada por el cocinado en ninguno de los lotes, ya que no se registraron apenas diferencias en la cantidad de los AG detectados antes y después del cocinado, y las que se registraron mostraron un aumento de AG insaturados y una reducción de AG saturados en los cuatro lotes. El perfil lipídico también mejoró en hamburguesas de carne de cerdo con sustitución de panceta por distintos tipos de aceite, y el cocinado no afectó al contenido de AG poliinsaturados (Rodríguez-Carpena *et al.*, 2011). Sandoval *et al.* (2014) tampoco observaron efecto del cocinado en la mejora del perfil lipídico de hamburguesas elaboradas con sustitución parcial de panceta de cerdo por distintos tipos de aceite en una matriz de konjac.

CONCLUSIÓN

El cocinado modifica las propiedades fisicoquímicas e instrumentales de las hamburguesas de ternera, independientemente de si llevan o no grasa y del tipo de grasa (animal o vegetal). Las diferencias registradas entre hamburguesas crudas y cocinadas parecen ser independientes de la formulación de las mismas. La mejora del perfil lipídico obtenida en las hamburguesas al sustituir la grasa animal por vegetal no se ve afectada por el cocinado, ya que éste, claramente optimizado en las hamburguesas elaboradas con grasa vegetal, apenas resulta modificado tras el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodríguez-Carpena, J.G. *et al.* 2011. J. Food Sci. 76: 1025-2031.
- Sandoval, L. *et al.* 2014. Nutr. Clín. Diet. Hosp. 34(supl. 1): 254.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del IMIDRA (Proyecto FP24-CÁRNICOSMADRID).

COMPARACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE OVEJA PROVENIENTE DE SISTEMAS INTENSIVO Y EXTENSIVO

Iglesias-Rodrigo^{1*}, N., Aldai¹, N., Martínez¹, E., Lavín², P., Manso², T., Mantecón³, A.R. y Barrón¹, L.J.R.

¹Grupo de Investigación Lactiker, Facultad de Farmacia, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz;

²Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia;

³Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-Universidad de León, León

*nagore.iglesias@ehu.eus

INTRODUCCIÓN

El sistema de manejo tiene un importante efecto en la calidad de la leche, el cual se pone de manifiesto de forma relevante en su composición de ácidos grasos (Buccioni *et al.*, 2012). El objetivo de este trabajo es comparar el perfil de ácidos grasos de muestras de leche cruda de oveja provenientes de granjas intensivas o extensivas. Este estudio se centra en dos zonas representativas de sistemas de manejo de ovino lechero en España con distinto grado de intensificación: Castilla y León, manejo intensivo; y País Vasco y Navarra, manejo extensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron por duplicado muestras de leche cruda de oveja de 21 granjas de Castilla y León y 26 granjas del País Vasco y Navarra. La extracción de la fracción grasa se realizó mediante centrifugación de la leche, y el análisis de los ácidos grasos se llevó a cabo mediante GC/FID (Bravo-Lamas *et al.*, 2018) tras ser derivatizados como ésteres metílicos (Kramer *et al.*, 2008). Se aplicó el modelo lineal general de análisis de la varianza utilizando como factor fijo el tipo de manejo, y la granja individual como factor aleatorio anidado en tipo de manejo. Así mismo, se aplicó un análisis de componentes principales incluyendo la composición en ácidos grasos individuales. La significación estadística fue declarada para $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos de las muestras de leche procedentes de las granjas intensivas o extensivas. Las muestras de la leche de tanque de las granjas intensivas presentaron un contenido total de ácidos grasos saturados significativamente mayor (67,4 g/100 g grasa) que las de las granjas extensivas (64,2 g/100 g grasa). Por el contrario, la leche de origen extensivo mostró un mayor contenido total de ácidos grasos de cadena ramificada (2,10 g/100 g grasa) en comparación con la de origen intensivo (1,60 g/100 g grasa). De igual manera, el contenido total de ácidos grasos monoinsaturados fue superior en la leche de origen extensivo. Se halló un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-6 en la leche de las granjas intensivas frente a la de las extensivas, y los contenidos totales de los ácidos n-3 y linoleico conjugado fueron significativamente mayores en la leche de origen extensivo. El mayor valor del contenido total de ácido linoleico conjugado en las muestras de leche de origen extensivo fue debido, en parte, a un mayor contenido de ácido ruménico, como resultado de una mayor disponibilidad de ácido vaccénico en el tejido mamario derivado de la biohidrogenación del ácido α -linolénico procedente de la ingesta de hierba fresca (Bravo-Lamas *et al.*, 2018). La distribución de las muestras de leche en el gráfico bidimensional formado por los dos primeros componentes principales mostró una agrupación de muestras claramente diferenciada entre las granjas intensivas y extensivas.

CONCLUSIÓN

El perfil de ácidos grasos de las muestras de leche de oveja de granjas intensivas y extensivas fue significativamente distinto, especialmente en lo relativo a la presencia de ciertos ácidos grasos insaturados (ácido vaccénico, α -linolénico, ácido ruménico), y su relación con otros isómeros. Las diferencias observadas en el perfil de ácidos grasos pueden contribuir a la diferenciación entre sistemas de manejo de ovino lechero intensivo y extensivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bravo-Lamas, L. *et al.* 2018. LWT Food Sci Technol. 89: 374-380. • Buccioni, A. *et al.* 2012. Anim Feed Sci Technol. 174: 1-25. • Kramer, J.K.G. *et al.* 2008. Lipids 43: 259-273.

Agradecimientos: N. Iglesias-Rodrigo agradece al Gobierno del País Vasco la beca predoctoral. Este trabajo forma parte de los proyectos PID2020-113395RB C21 y C22 financiados por MICIN/AEI/10.13039/5011000110. Los autores agradecen a las granjas de Assafe, Latxa Esnea, Denominación de Origen Idiazabal y EHKOlektiboa que han colaborado en esta investigación.

EFFECTO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS ALTERNATIVOS Y DE LA MADURACIÓN, EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE AÑOJOS DE RAZA RUBIA GALLEGA

García-Fontán^{1*}, M.C., García¹, G., Alonso¹, R., Crecente², S. y Moreno², T.

¹Centro Tecnológico de la Carne, San Cibrao das Viñas. 23900 (Ourense);

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Carretera
Betanzos-Santiago, km. 7. 15318, Abegondo (A Coruña)

*caminogarcia@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la presión ejercida por el aumento de precio de los piensos, ha puesto de manifiesto la necesidad de encontrar sistemas de producción alternativos que, reduciendo el consumo de concentrados, permitan obtener carne de calidad. Dentro del sector vacuno de carne en Galicia, la raza más característica es la Rubia Gallega. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que tiene el empleo de sistemas de producción alternativos, basados en un menor consumo de concentrados y una mayor utilización de pastos y forrajes, sobre calidad de la carne procedente de añojos de raza Rubia Gallega. Asimismo, se evaluó el efecto que tiene la maduración en seco sobre la calidad de esa carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 3 grupos de 6 canales/grupo de añojos de raza Rubia Gallega, que fueron sacrificados a los 15 meses después de un período de cebo de 3 meses que consistió en pasto y/o silo de hierba con dosis crecientes de concentrado (0-300-600 Kg para G1-G2-G3 respectivamente). Los chuleteros fueron colgados y madurados a 1-2°C y 80% HR durante 7 y 14 días. Como control se analizaron las muestras a 0 días. Para evaluar la calidad de la carne se determinaron: pH, color del músculo usando el sistema de coordenadas de color CIE, CRA por cocción, dureza mediante la célula Warner-Bratzler y composición química (humedad, grasa, proteína y cenizas). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para estudiar el efecto de la alimentación y la maduración sobre la calidad de la carne de añojos de raza Rubia Gallega.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de pH mostraron diferencias significativas tanto en función de la alimentación (G1-G2-G3) como en función del tiempo de maduración (0-7-14 días), siendo la carne madurada a 14 días de los Grupos 2 y 3, las que presentaron valores más altos (5,95 y 5,83; respectivamente). Estos valores concuerdan con los de Berger *et al.* (2018) y García-Fontán *et al.* (2019) para carne de vacuno madurada en seco. Los parámetros de color (a* y b*) fueron significativamente afectados por el tiempo de maduración para los Grupos 2 y 3 mostrando los valores más elevados a los 7 y 14 días, en torno a 15,5 para a* y 14,5 b*, lo que nos indica que la carne es más oscura a los 7-14 días de maduración que la de 0 días (13,0). La maduración tuvo un efecto positivo y significativo sobre la terneza presentando para todos los grupos de estudio valores de menor fuerza de corte a los 14 días. La disminución de la dureza de la carne al ser madurada ha sido descrita en multitud de estudios (Obuz *et al.*, 2014; Moreno *et al.*, 2021).

CONCLUSIÓN

El sistema de producción no afectó a la composición química de la carne, pero sí a los valores de pH y al color rojo del músculo, aunque si bien es cierto, el pH depende más del manejo previo al sacrificio que de la alimentación. El tiempo de maduración mejoró la terneza de la carne y también afectó al color rojo de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Berger *et al.* 2018. Meat Sci. 145: 285-291. • García Fontán, M.C. *et al.* 2019. Libro Actas XVIII Jornadas sobre Producción Animal: 579-581 • Moreno, T. *et al.* 2021. Libro Actas XIX Jornadas sobre Producción Animal: 234. • Obuz, E. 2014. Meat Sci. 96(3): 1227-1232.

Agradecimientos: GO FEADER 2023/042B y Consellería del Medio Rural de la Xunta de Galicia.

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN EN UN ENVASE ACTIVO DE DIFERENTES CANTIDADES DE UN CONCENTRADO MICROENCAPSULADO DE ACEROLA EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN SOBRE LA VIDA ÚTIL DE CARNE OVINA

De Souza-Melo¹, S.K., de Alencar¹, M.G., do Vale¹, R.B., da Silva¹, J.A., Barros¹, A.C., de Souza-Rodriguez¹, R.T., Queiroz¹, M.A.A., dos Santos-Silva², N.D., de Brito-Araújo-Carvalho³, A.J., Panea^{4*}, B. y de Carvalho¹, F.A.L.

¹UNIVASF. Rodovia BR 407.56300-000 - Petrolina/PE; ²UNEB. R. Silveira Martins, 2555, Cabula, Salvador – BA, 41.150-000; ³IFSertãoPE. R. Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791 – João de Deus, Petrolina – PE, 56309-680; ⁴Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-IA2). Avenida de Montañana, 930, 50059, Zaragoza
*bpane@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Los envases a base de almidón retrasan la oxidación lipídica de la carne y son una alternativa sostenible al envasado tradicional (Cunha *et al.*, 2018). Además, pueden ser mejorados con la adición de diferentes plantas, como la acerola, con altos contenidos de vitamina C y compuestos fenólicos (Chang *et al.*, 2019; De Moraes *et al.*, 2017). El objetivo fue estudiar si la incorporación en un envase de diferentes cantidades de un concentrado microencapsulado de acerola (*Malpighia emarginata*) en diferentes estados de maduración permite alargar la vida útil de carne ovina refrigerada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El film se elaboró mediante casting. Las soluciones tenían un 8 % de almidón y 5,6 % de glicerol y diferentes cantidades de acerola microencapsulada (1,5 %; 3,0 % y 4,5 %). El diseño se repitió con acerola verde (V) y madura (M). La carne (pierna de cordero comercial) se fileteó en porciones de 6 g cada una, se envasó con el film fabricado y se almacenó a 4°C durante 15 días, en oscuridad. El día de envasado se evaluó su composición proximal. A los 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento se midió el pH, color instrumental (L*, a*, b*) y TBARs (Vyncke, 1975). El efecto del tratamiento se evaluó con un análisis de contraste ortogonal y el del tiempo con un ANOVA y un test de Tukey, con una significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH inicial (día 0) fue más alto en los lotes M que en los V (5,74 y 5,83; respectivamente). El resto de los días no hay diferencias entre V y M pero sí entre el control y los encapsulados, siendo mayor siempre el control ($p < 0,001$). En el lote control, el pH se mantuvo constante hasta el día 10, pero descendió en los lotes encapsulados ($p < 0,05$), especialmente en los V, lo cual podría deberse a la aparición de péptidos y aminoácidos a consecuencia de la proteólisis. Se encontraron diferencias entre el lote control y los encapsulados para el valor de L* día 15 ($p < 0,0001$) con valores más altos para el control (25,5 y 23,6, respectivamente) y al índice a* el día 5 ($p = 0,008$) también con valores más altos para el control (12,9 y 9,5, respectivamente). En general, los valores de las variables de color disminuyen a lo largo del tiempo independientemente del lote. Los valores de TBAR aumentaron a lo largo del tiempo en todos los tratamientos, pero se mantuvieron siempre por debajo del umbral de 2 mg/Kg. El día 0 no existen diferencias en oxidación entre el control y los lotes encapsulados, pero sí entre los lotes V y M ($p < 0,032$), siendo mayores los valores del lote V (0,88 y 0,80 mg /Kg, respectivamente). Esta diferencia se mantiene a día 10 ($p < 0,01$) con valores de 1,14 y 1,24 para V y M, respectivamente, pero desaparece el día 15. Además, hay una tendencia a que los lotes encapsulados que contienen mayor cantidad de acerola tengan mayores valores de oxidación, lo que podría deberse a la acción prooxidante de los iones metálicos, cuya concentración es mayor en los lotes con mayor cantidad de acerola.

CONCLUSIÓN

Los lotes V tienden a presentar menores valores de oxidación que los M y los lotes con mayor cantidad de concentrado de acerola tienden a ser prooxidantes, por lo que podría recomendarse el uso de dosis bajas de acerola verde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chang, S.K. *et al.* 2019. Crit.Rev.Food Sci.Nut. 59: 1580-1604.
- De Moraes, F.P. 2017. J. Food Ind. 1: 17-38.
- Cunha, L.C. *et al.* 2018. Food Res. Int. 111: 379-390.
- Vyncke, W. 1975. Fette, Seifen, Anstrichmittel 77: 239-240.

Agradecimientos: A Niagro Nichirei do Brasil, Agrícola Ltda., por la acerola.

VALORACIÓN SENSORIAL DE HAMBURGUESAS DE CARNE OVINA UTILIZANDO EXTRACTO DE MORINGA O UVA COMO ANTIOXIDANTE NATURAL

Barros¹, A.C., Neto, L.V.D., Calcavante¹, L.C., do Vale¹, R.B., dos Santos¹, J.C., de Souza-Melo¹, S.K., da Silva¹, J.A., Lima¹, J.S., Silva¹, T.R.R., Alves¹, N.V.B., Rodrigues¹, R.T., Queiroz¹, M.A.A., de Brito-Araújo-Carvalho², A.J., Panea^{3*}, B. y de Carvalho¹, F.A.L.

¹Rodovia BR 407, 12 Lote 543 – Projeto de Irrigação Nilo Coelho - S/N C1 CEP: 56300-000 – Petrolina/PE; ²IFSertãoPE. R. Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791 – João de Deus, Petrolina – PE, 56309-680; ³Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-IA2). Avenida de Montañana, 930, 50059, Zaragoza

* bpaneaa@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Para reducir la oxidación en los productos cárnicos, los de origen natural son una alternativa más atractiva y segura para la salud que los sintéticos (Cunha *et al.*, 2018). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la adición de extracto de moringa o extracto de uva, como antioxidantes naturales, sobre la valoración sensorial de hamburguesa de cordero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tanto las hojas de *moringa oleifera* como el residuo de uva (Syrah) se secaron en un horno a 42 ± 2 °C durante 72 horas, se pulverizaron y se sometieron a maceración fraccionada con etanol al 96%, con 5 extracciones a intervalos de 72 horas. La solución se filtró y se concentró en un rotaevaporador de vacío a 50 °C y después en un horno a la misma temperatura. Para las hamburguesas (86,5% carne; 10% grasa o emulsión de extracto; 2% agua y 1,5% sal), los ingredientes se molieron con un molino con placas de 8 mm y 6 mm de diámetro, y se formaron manualmente hamburguesas de 10 cm y 80 g. Las hamburguesas se envasaron al vacío y se almacenaron 18 días a 4 °C. Los lotes son: control, BHT (con butilhidroxitolueno), M1, M2 o M3 (con 250, 500 o 750 ppm de extracto de moringa) y UV1, UV2 y UV3 (con 250, 500 o 750 ppm de extracto de uva). Se trabajó con 95 consumidores no entrenados que evaluaron el color, aroma, sabor, apariencia y textura utilizando una escala estructurada de 9 puntos (1, menor aceptabilidad) con un diseño de bloques completos. Se preguntó también la intención de compra (1 a 5, menos probable a más probable) y se realizó una prueba de preferencia. Para la estadística se utilizó la prueba de Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las variables de la prueba de aceptabilidad obtuvieron notas de entre 5,9 y 7,4. Existen pequeñas diferencias entre tratamientos para color, aroma y apariencia ($p < 0,05$), pero no para sabor y textura. Los tratamientos con valores diferentes del control fueron UV1 y MO3 en color y UV1 en apariencia, presentando siempre valores más bajos el control. En aroma no hay ningún tratamiento diferente del control, pero el UV1 presentó valores estadísticamente más altos que el BHT ($p < 0,05$). El control presentó porcentajes de intención de compra más bajos que el MO3 ($p < 0,05$), quedando el resto de los tratamientos en valores intermedios. En la prueba de preferencia, el MO3 fue colocado en 1ª posición con mayor frecuencia (27,9%) que el resto, mientras que el control fue colocado en la 8ª posición con mayor frecuencia que el resto (26,9%) y solo el 10% de los consumidores lo colocaron en primer lugar. Entre los tratamientos de uva, el UV1 tendió a presentar mejores resultados de aceptabilidad y preferencia. El efecto positivo del extracto de uva ya había sido descrito por otros autores (Guerrero *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

Los tratamientos UV1 y MO3 presentaron valores de aceptabilidad de color y apariencia mayores que el control. El tratamiento MO3 presentó mayores porcentajes que el resto en la primera posición de la prueba de ordenación. A la vista de los resultados, pueden recomendarse los tratamientos UV1 y MO3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cunha L.C.M. *et al.* 2018. Food Res. Int. 111: 379-390. • Guerrero, A. *et al.* 2017. XVII Jornadas Sobre Producción Animal, Zaragoza, España, 579-581.

Agradecimientos: Al CNPq, por la beca de A. Coelho Barros.

POTENCIAL DE UN ANTIOXIDANTE NATURAL A BASE DE SUBPRODUCTOS DE GUAYABA EN LA CONSERVACIÓN DE HAMBURGUESAS DE CERDO REFRIGERADAS

Echegaray^{1*}, N., Fernández-Arias², J.M., Agregán, R.¹ y Lorenzo^{1,3}, J.M.

¹Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España;

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador; ³Área de Tecnología dos Alimentos, Facultade de Ciencias de Ourense, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*noemiechegaray@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector cárnico se encuentra en el centro de diversos debates relacionados con el bienestar animal, la sostenibilidad y el uso de materias primas de calidad. En este contexto, el desarrollo de alternativas naturales para conservar los productos cárnicos se ha vuelto imperante (Horrillo *et al.*, 2022). Así, el objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto de un antioxidante natural a base de subproductos de guayaba sobre hamburguesas de cerdo almacenadas a refrigeración.

MATERIAL Y MÉTODOS

El antioxidante natural se extrajo de subproductos de guayaba (pieles y semillas secas) mediante extracción sólido-líquida con etanol al 48% (1: 20, sólido: líquido) a 250 rpm y 40 °C durante 90 min, y posterior liofilización. Este extracto liofilizado de guayaba (ELG) se incorporó en la elaboración de hamburguesas de cerdo, obteniéndose seis lotes: sin antioxidante (CON), con 0,6 g/kg de eritorbato de sodio (ERI) y con 2, 4, 6 y 8 g/kg de ELG (ELG-2, ELG-4, ELG-6 y ELG-8, respectivamente). La vida útil de las hamburguesas se examinó mediante el análisis de pH, color, actividad de agua (aw), pérdidas por cocción y oxidación lipídica durante 15 días. Los resultados se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) a través de un modelo lineal general (GLM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo de almacenamiento y la adición del antioxidante natural (ELG) afectaron a la mayoría de los parámetros analizados. Concretamente, el pH de las hamburguesas tratadas con ELG fue más bajo ($P < 0,001$) que el de CON y ERI, lo que podría atribuirse a la presencia de ácidos orgánicos en la fruta (Zhang *et al.*, 2024). De manera similar, las hamburguesas con mayor concentración de ELG (4-8 g/kg) presentaron valores de aw más bajos ($P < 0,001$), pudiendo verse favorecida la conservación de las hamburguesas. En cuanto al color, los parámetros L^* y b^* se vieron afectados por ELG. Destacó el aumento ($P < 0,001$) en el valor b^* , posiblemente debido a la coloración del extracto y a su interacción con los pigmentos de la carne (Sirini *et al.*, 2025). Mientras, tanto, el valor a^* solo se vio afectado en los días 4 y 8, sin mostrar una tendencia clara. Las pérdidas por cocción fueron mayores ($P < 0,001$) en los tratamientos con ELG, lo que podría influir negativamente en la textura. Por último, aunque la oxidación lipídica permaneció constante durante la mayor parte del almacenamiento, se observó una reducción ($P < 0,01$) en los lotes ELG respecto a CON al final del almacenamiento.

CONCLUSIÓN

El ELG, derivado del subproducto de guayaba, mostró un notable potencial como aditivo al incorporarse en la formulación de hamburguesas, mejorando de forma general la conservación del producto. No obstante, dado que se observaron cambios en el color y mayores pérdidas por cocción, es esencial realizar una evaluación sensorial antes de su implementación en la industria cárnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Horrillo, A., García-Torres, S., Crespo-Cebada, E., Tejerina, D., Mesías, F.J., Rodríguez-Ledesma, A., Díaz-Caro, C. 2022. Cong. Econ. Alim. XIII: 523-527.
- Sirini, N., Echegaray, N., Moraga-Babiano, L., Lucas-González, R., Domínguez-Valencia, R., Pateiro, M., Lorenzo, J.M. 2025. Food Biosci. 2025: 105889.
- Zhang, J., Zhang, Y., Zou, S., Yang, E., Lei, Z., Xu, T., Feng, C. 2024. Food Chem: Mol. Sci. 9: 100228

Agradecimientos: N. Echegaray y R. Agregán agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de una beca postdoctoral (IN606B-2022/006 y IN606B-2022/005, respectivamente). N. Echegaray, R. Agregán y J. M. Lorenzo son miembros del Grupo de Referencia Competitivo “FunFood” (Alimentos Funcionales), financiado por la GAIN (número de subvención IN607A2023/01).

ELABORACIÓN DE UN CHORIZO DE CARNE PROCEDENTE DE GALLOS DE RAZA MOS CRIADOS EN RÉGIMEN ECOLÓGICO

Agregán^{1*}, R., Echegaray¹, N., García¹, L., Vázquez¹, L., Lorenzo^{1,2}, J.M.

¹Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España;

²Área de Tecnoloxía dos Alimentos, Facultade de Ciencias,
Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*rubenagregan@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

La producción ecológica de animales tiene como propósito alcanzar un balance entre los recursos naturales como suelo y plantas y la cría de ganado mediante una guía de buenas prácticas basadas en la conservación y promoción de los recursos locales, el uso de métodos de cultivo y producción animal responsables con el medioambiente y la prohibición de fertilizantes sintéticos y aditivos químicos destinados al aumento de la productividad (Choudhary y Palsaniya, 2024). La elaboración de productos a partir de la carne de estos animales contribuye a la diversificación del mercado de alimentos agregando valor al producto. En este contexto se ha llevado a cabo la producción de un chorizo a partir de pechuga de gallo de corral autóctono gallego criado en régimen ecológico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron gallos de corral de Raza Mos denominados Galos Celta, los cuales fueron criados durante 3 meses y cebados otros 7 en las instalaciones de Sueiro y Lorenzo Avicultura Artesanal SL, Villar de Barrio, Ourense, siendo alimentados con materias primas (maíz, trigo y guisante) de origen gallego y producidas de forma ecológica. En la formulación de estos chorizos se incluyó grasa de tocino de pato ecológico con el fin de mejorar el perfil sensorial. Para evaluar la calidad del producto se realizaron análisis de composición química (humedad, proteína, grasa, hidratos de carbono, azúcares totales y cenizas), valor energético y perfil de ácidos grasos, para los cuales se utilizaron 6 muestras tomadas de distintos chorizos elaborados en las instalaciones del Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, Ourense. Este producto se comparó con otro elaborado con carne de Cerdo Ibérico mediante un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El chorizo de Cerdo Ibérico presentó un contenido de grasa significativamente ($P < 0,05$) mayor que el de Galo Celta ($45,29 \pm 0,14$ vs. $26,18 \pm 0,76$ g/100 g de chorizo), debido probablemente a la elevada cantidad de grasa empleada en su elaboración (~50%, p/p) (García-Torres *et al.*, 2021). Sin embargo, el chorizo de Galo Celta mostró una proporción de proteína superior ($28,34 \pm 0,86$ vs. $24,54 \pm 0,07$ g/100 g de chorizo). Es destacable la poca cantidad de ácidos grasos monoinsaturados presentes en el chorizo de Galo Celta respecto al de Cerdo Ibérico ($13,94$ vs. $23,68$ g/100 g de chorizo). Esto fue probablemente debido a la elevada cantidad de ácido oleico (C18:1n-9) presente en la grasa del Cerdo Ibérico (Ramiro *et al.*, 2024). Otro hallazgo interesante fue la presencia significativamente ($P < 0,05$) más baja de ácidos grasos saturados (AGS) en el chorizo de Galo Celta ($8,73 \pm 0,01$ vs. $18,17 \pm 0,13$ g/100 g de chorizo), atribuido a la cantidad de grasa utilizada en ambas elaboraciones, puesto que el perfil de AGS en la grasa de pato no difiere sustancialmente del de la grasa de cerdo (Shin *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

La apuesta por la cría ecológica de ganado puede conllevar no solo una mejora de la sostenibilidad medioambiental sino también el desarrollo de productos saludables. La elaboración de un chorizo de gallo de corral criado en régimen ecológico ha demostrado ser un embutido potencialmente sostenible con un contenido de grasa inferior al de Cerdo Ibérico y una cantidad menor de AGS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Torres, S. *et al.* 2021. Food Chem. 354: 129490.
- Choudhary, K. y Palsaniya, K. 2024. Vigyan Varta: Int. J. E-Magazine Sci. 5(11): 90-92.
- Ramiro, J.L. *et al.* 2024. J. Food Compos. Anal. 130: 106173.
- Shin, D.M. *et al.* 2023. LWT-Food Sci. Technol. 188: 115435.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto 2021/074A del “Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020” y con fondos FEADER. R. Agregán y N. Echegaray y agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de sus becas postdoctorales (IN606B-2022/005 y IN606B-2022/006, respectivamente).

ELABORACIÓN DE UN SALCHICHÓN DE CARNE PROCEDENTE DE GALLOS DE RAZA MOS CRIADOS EN RÉGIMEN ECOLÓGICO

Agregán^{1*}, R., Echegaray¹, N., García¹, L., Vázquez¹, L. y Lorenzo^{1,2}, J.M.

¹Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España;

²Área de Tecnoloxía dos Alimentos, Facultade de Ciencias,
Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*rubenagregan@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

La carne de ave de corral representa cerca de la mitad de la producción mundial de carne, posicionándose como principal alternativa para atajar el exceso de demanda cárnica causada por el incremento de la población. La transformación de la avicultura tradicional hacia otra más respetuosa con el medioambiente es crucial para asegurar su sostenibilidad a futuro. Estas nuevas prácticas también deben incluir como premisas el bienestar animal y la garantía del sustento de los ganaderos (Bist *et al.*, 2024). Esto favorece además la introducción de nuevos productos derivados con un valor añadido al mercado. En base a esto, se decidió elaborar un salchichón a base de pechuga procedente de gallo de corral autóctono de Galicia criado en régimen ecológico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon gallos de corral denominados como Galos Celta (Raza Mos) criados 3 meses y cebados otros 7 en las instalaciones de Sueiro y Lorenzo Avicultura Artesanal SL, Villar de Barrio, Ourense, usando materias primas autóctonas de Galicia (maíz, trigo y guisante) producidas de forma ecológica. En la formulación de los salchichones se usó grasa de tocino de pato ecológico para mejorar sensorialmente el producto final. La evaluación de la calidad del producto se efectuó mediante análisis de composición química (humedad, proteína, grasa, hidratos de carbono, azúcares totales y cenizas), valor energético y perfil de ácidos grasos, para los cuales se utilizaron 6 muestras tomadas de distintos salchichones producidos en las instalaciones del Centro Tecnológico da Carne de Galicia, San Cibrao das Viñas, Ourense. Este producto se comparó con otro elaborado con carne de cerdo de Raza Ibérica usando un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de grasa entre ambas elaboraciones fue significativamente ($P < 0,05$) diferente (un 17,31 %, p/p más en el salchichón Ibérico), reflejando dos formulaciones opuestas. Esto influyó notablemente en el mayor aporte calórico del embutido Ibérico ($504,35 \pm 0,02$ vs. $366,45 \pm 8,78$ Kcal/100 g de salchichón). Sin embargo, la proporción de proteína fue casi un 2% (p/p) superior en el embutido de Galo Celta, presentando también un 11,84% (p/p) más de humedad respecto al Ibérico. En cuanto al perfil lipídico, destacó la mayor presencia de ácidos grasos monoinsaturados en el salchichón Ibérico ($22,57 \pm 0,06$ vs. $13,89 \pm 0,02$ g/100 g de salchichón), debido probablemente a la extraordinaria capacidad de desaturación de la raza de Cerdo Ibérico y a su alimentación rica en ácido oleico (C18:1n-9) (Ramiro *et al.*, 2024). Por el contrario, la excesiva cantidad de grasa utilizada en la elaboración presumiblemente afectó a la proporción de ácidos grasos saturados, que fueron casi un 9% superior a la del salchichón de Galo Celta. Por otra parte, las proporciones de omega-6/omega-3 para ambos embutidos estuvieron cercanas al rango recomendado para el tratamiento y prevención de enfermedades cardiovasculares (4:1-5:1) (Candela *et al.*, 2011).

CONCLUSIÓN

La sostenibilidad alcanzada mediante la cría ecológica de aves de corral puede favorecer el desarrollo de nuevos productos con un perfil saludable, revalorizando materias primas y razas autóctonas. Todo esto genera un valor añadido capaz de persuadir a un consumidor cada vez más interesado por conductas y actuaciones más respetuosas con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bist, R.B. *et al.* 2024. *Poult. Sci.* 103: 104295.
- Candela, C.G. *et al.* 2011. *Nutr. Hosp.* 26(2): 323-329.
- Ramiro, J.L. *et al.* 2024. *J. Food Compos. Anal.* 130: 106173.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto 2021/074A del “Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020” y con fondos FEADER. R. Agregán y N. Echegaray y agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de sus becas postdoctorales (IN606B-2022/005 y IN606B-2022/006, respectivamente).

CARACTERIZACIÓN DEL HUEVO Y LA PUESTA DE LA GALLINA MURCIANA

Rey-Antón*, S., Martínez-Martínez, L., Vallecillos, A. y Armero, E.

Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España

*silvia.reya@upct.es

INTRODUCCIÓN

La Gallina Murciana es una raza autóctona de la Región de Murcia que se encuentra en peligro de extinción, por lo que desde hace años se están realizando esfuerzos para su conservación debido a su valor sociocultural y genético. Aunque las razas autóctonas suelen producir huevos de mayor calidad por su sistema de cría y alimentación, su productividad es menor que la de las líneas comerciales por la intensa selección de estas últimas (Shi *et al.*, 2023). Además, la falta de caracterización productiva de la gallina murciana reduce su interés entre los ganaderos y dificulta su difusión. Por ello, con este estudio se pretende hacer una caracterización morfológica del huevo de gallina murciana, así como su curva de puesta, con el objetivo de definir el producto de esta raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales de este estudio provienen del núcleo de gallina murciana de la Estación Experimental Agroalimentaria Tomás Ferro, donde son criados en semi-extensivo y alimentados *ad libitum*. Para la curva de puesta se agruparon 100 gallinas de 1 a 5 años en lotes homogéneos de edad, recogiendo huevos cada dos días entre diciembre y mayo, durante un periodo total de 85 días. Además, se analizaron las características de los huevos de gallinas de 1 a 2 años. Para ello, los huevos fueron recogidos por la mañana y conservados a 15°C durante 24 horas. El análisis físico incluyó el peso de los huevos y la medición de altura y diámetro con un calibre de alta precisión para calcular el índice morfológico. En la cáscara se midió el espesor en tres puntos para obtener un promedio (Sun *et al.*, 2012) y el color con un colorímetro (Minolta CR400). El contenido del huevo se evaluó mediante peso, altura y diámetro de yema y clara, y el color de la yema con la escala de Roche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La curva de puesta mostró una fuerte estacionalidad, alcanzando su punto máximo en la primera quincena de abril. La estacionalidad fue mucho más marcada conforme aumentaba la edad de las gallinas, concentrándose más del 80% de la producción durante los meses de marzo y abril para las gallinas de más de 2 años. Las intensidades de puesta en la Gallina Murciana fueron muy bajas en general. Durante el periodo estudiado, las gallinas de 1, 2, 3, 4 y 5 años pusieron 67,6; 59,1; 37,2; 21,8 y 21,1 huevos, respectivamente.

El peso medio del huevo fue de $63,64 \pm 0,55$ g, con una altura de $61,27 \pm 0,28$ mm y un diámetro de $43,08 \pm 0,21$ mm, obteniendo un índice morfológico del $70,49 \pm 0,35$. La cáscara tuvo un espesor medio de $0,39 \pm 0,004$ mm, y el color dio unos valores L, a y b de $80,12 \pm 0,53$, $3,22 \pm 0,24$ y $15,49 \pm 0,44$, respectivamente. El C^*_{ab} y el h_{ab} de esta fueron de $15,89 \pm 0,48$ y $79,24 \pm 0,59$. La yema presentó un peso de $20,04 \pm 0,26$ g, una altura de $16,93 \pm 0,29$ mm y un diámetro de $43,01 \pm 0,34$ mm, con un color de $9,7 \pm 0,15$ en la escala de Roche. La clara tuvo un peso de $35,77 \pm 0,67$ g, una altura de $5,52 \pm 0,19$ mm y un diámetro de $90,91 \pm 2,16$ mm.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la Gallina Murciana se podría definir como una raza de gallina que posee gran estacionalidad en cuanto a puesta se refiere, y unos niveles productivos bastante bajos en comparación con las líneas comerciales. Por otro lado, el huevo de esta gallina entraría dentro de la talla M según tamaño, y se caracteriza por tener un color blanco-crema. El siguiente paso en este estudio sería el análisis del valor nutricional del huevo con el objetivo de definirlo en cuanto a calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Shi *et al.* 2023. *Animal Bioscience* 36(6): 899-907.
- Sun *et al.* (2012). *Poultry Sci.* 91(10): 2718-2721.

Agradecimientos: Este estudio forma parte del Programa AGROALNEXT que ha sido financiado por MICIU con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y por la Fundación Séneca con fondos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM).

VALORACIÓN SENSORIAL DE LOS CABRITOS DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS BLANCA ANDALUZA O SERRANA Y NEGRA SERRANA

Horcada^{1*}, A., Ruiz², F.A., Ureña², L.P., García-Infante¹, M., Rey-Antón³, S. y López⁴, F.

¹Departamento de Agronomía, ETSIA. Universidad de Sevilla, Sevilla;

²IFAPA Centro Camino de Purchil; ³ABLANSE; ⁴ANCCA
albertohi@us.es

INTRODUCCIÓN

Las razas caprinas andaluzas Blanca Andaluza o Serrana y Negra Serrana se encuentran catalogadas como Amenazadas (ARCA, 2024). En este sentido, la revalorización de la carne de los cabritos mediante su reconocimiento sensorial puede contribuir a mejorar la situación de estas razas. En las últimas décadas, estas razas de aptitud cárnica se han venido criando para obtener fundamentalmente cabritos lechales que son sacrificados con aproximadamente 12-13 kg de peso. Sin embargo, el aprovechamiento de los recursos pastorales de la montaña mediterránea por los cabritos para obtener animales de mayor peso puede generar un nuevo producto al mercado y revalorizar la carne de estas razas autóctonas. El objetivo de este trabajo ha sido dar a conocer la valoración sensorial de la carne de los cabritos de las razas Blanca Andaluza o Serrana y Negra Andaluza criados con leche de la madre y de animales criados mediante el aprovechamiento de recursos pastables de los montes de Andalucía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han empleado 16 cabritos de raza Blanca Andaluza o Serrana (n=8 alimentados exclusivamente con leche de la madre y n=8 alimentados con leche de la madre y aprovechamiento de pastos de la Sierra Mágina, Jaén) y 16 cabritos de raza Negra Serrana (n=8 alimentados exclusivamente con leche de la madre y n=8 alimentados con leche de la madre y aprovechamiento en pie de recursos de monte de la Sierra de Las Villas, Jaén). A partir de las espaldas de los cabritos se ha realizado una valoración sensorial mediante una prueba de consumidores con 32 familias de dos miembros por familia (una mujer y un hombre). Las muestras fueron cocinadas en el horno doméstico de los consumidores aportando únicamente sal, aceite de oliva y facultativamente, agua. Los aspectos sensoriales valorados fueron: Valoración general de la carne, en una escala de 8 puntos (1= "me desagrada extremadamente" y 8= "me gusta extremadamente"). En una escala de 10 puntos: Terneza, Jugosidad, Sabor y aroma, y Olor: (1= "no me gusta nada" y 10= "me gusta extremadamente"). Se ha realizado una prueba t-Student para conocer el efecto del tipo de alimentación de los cabritos sobre la valoración sensorial de los consumidores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La valoración de la aceptabilidad de la carne de los cabritos se encuentra en el rango de 6,13 a 6,94 en una escala de 8 puntos. Para cada una de las razas analizadas, los consumidores no observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en los aspectos sensoriales analizados entre los animales criados con leche de la madre o los criados utilizando los pastos de montaña. Los atributos mejor valorados de la carne fueron los relacionados con la Terneza (rango 7,13 a 8,44) y la Jugosidad (7,44 a 8,38). Los aspectos sensoriales peor valorados por los consumidores fueron el Sabor y Aroma (7,06 a 8,25) y el olor de la carne (6,50 a 8,19). Probablemente esta observación se deba al reducido contenido de grasa que presenten los cabritos de las razas Blanca Andaluza o Serrana y Negra Andaluza frente a otros productos, como por ejemplo la carne de cordero (Gutiérrez *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

Los modelos de producción de los cabritos de las razas Blanca Andaluza o Serrana y Negra Serrana (lechales y pastoreo) no afectan a la valoración sensorial de la carne. Ambos productos son valorados satisfactoriamente por los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCA 2024. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es>. • Gutiérrez-Peña, R., García-Infante, M., Delgado-Pertíñez, M., Guzmán, J.L., Zarazaga, L.A., Simal, S., Horcada, A. 2022. Foods. 11(9): 1312.

Agradecimientos: Proyecto Coexistir por el territorio. Estrategias para la revalorización de los pequeños rumiantes autóctonos de sierra de la Fundación Daniel y Nina Carasso. Agradecimiento a los ganaderos Salvador García (Blanca Andaluza o Serrana) y Sergio Punzano (Negra Serrana).

PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR DE JAMÓN CURADO EN FUNCIÓN DE LA LEGUMINOSA EN EL PIENSO DEL CERDO

Argemí-Armengol^{1*}, I. y Álvarez-Rodríguez², J.

¹Universitat de Lleida; ²Universidad de Zaragoza

*immaculada.argemi@udl.cat.

INTRODUCCIÓN

La calidad del jamón curado se ve afectada por varios factores (genética, sexo, alimentación, sistema de cría y otros) que afectan sus características sensoriales y determinan la preferencia y satisfacción del consumidor. La soja es la fuente de proteína más utilizada en la dieta de cerdos, y su sustitución por otras leguminosas mediterráneas tiene interés para reducir la huella de carbono. El objetivo fue caracterizar y evaluar la percepción sensorial del consumidor de jamón curado procedente de cerdos de diferentes sexos con dieta de soja o guisante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 9 jamones curados por tratamiento (soja vs guisante) de 192 cerdos de tres sexos (machos castrados-MC e inmunocastrados-IM y hembras inmonocastradas-H) de un cruce de Berkshire x Duroc, criados en una granja comercial (El Graner, Artés) y sacrificados a 140 kg. El proceso de curado fue el mismo: salazón (15 días), lavado y curación (17 meses). Se realizó un análisis sensorial en casa ("home usage test") con consumidores no entrenados (Drake, 2023). Los catadores eran voluntarios reclutados a través de anuncio en redes sociales universitarias. Se entregó un paquete codificado que contenía seis lonchas de jamón (2 mm de grosor) envasadas al vacío (individualmente) e identificadas con tres dígitos cada una y se dio instrucciones para la cata. Se valoraron atributos visuales (color y grasa infiltrada) y sensoriales (gusto, textura, jugosidad y valoración global) en escala numérica de menos a más (escala 1 a 5); además de datos sociodemográficos. El cuestionario era en línea y disponían de 7 días para responderlo. Un 55,3% fueron mujeres (n=136) y un 45,7% hombres (n=110). Por franjas de edad, un 23,6% tenían menos de 23 años (n=58), un 25,2% eran de 23-40 años (n=66), un 26,8% de 41-50 años (n=66) y un 24,4% de más de 50 años (n=60). Los datos de puntuaciones sensoriales se analizaron con un modelo mixto considerando como efectos fijos la dieta y sexo del animal, el grupo de edad, la frecuencia de consumo y el género del consumidor, y el individuo como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio reveló que el 47,6% de los consumidores come jamón curado más de una vez a la semana, el 30,5% lo hace una vez a la semana, un 20,7% 1 o 2 veces al mes, y sólo un 1,2% 1 o 2 veces al año. El consumidor de 23-40 años valora menos el contenido de la grasa infiltrada en comparación a los de 41-50 años y menos de 23 años ($P<0,05$). En los atributos visuales del jamón no se observó que la intensidad de color rojo y el veteado se vieran afectados por la dieta del cerdo ($P>0,05$). Por contra, el jamón curado de los MC e IM se puntuó con un rojo más intenso que el de H ($P<0,05$), y la grasa infiltrada fue mayor en MC y H respecto IM ($P<0,05$). Morales *et al.* (2013) observó que la intensidad de color rojo y veteado influyen en las expectativas del consumidor de jamón curado. En cuanto los atributos sensoriales de gusto, textura y valoración global, los jamones de cerdos con dieta de soja fueron mejor valorados que los de guisante ($P<0,05$), aunque la jugosidad fue valorada por igual ($P>0,05$). El consumidor puntuó mejor al jamón de MC y H en los atributos de gusto, textura, jugosidad y valoración global respecto IM ($P<0,05$). En lomo curado, Prandini *et al.* (2011) y Rauw *et al.* (2021) observaron que el consumidor era capaz de detectar efectos en el sabor en función de la leguminosa utilizada (habas y alverjón) en dietas de cebo.

CONCLUSIÓN

En la evaluación sensorial del jamón realizada por consumidores no entrenados, los jamones de cerdos alimentados tradicionalmente con soja obtienen puntuaciones más altas en cuanto a gusto, textura y valoración global, en comparación con los jamones de cerdos alimentados con guisante. Sin embargo, no se observan diferencias significativas en jugosidad ni en atributos visuales como la intensidad del color rojo o la grasa infiltrada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Drake, M. A. *et al.* 2023. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 14(1): 427-448.
- Morales, R. *et al.* 2013. Meat Sci. 95(3): 652-657.
- Prandini, A. *et al.* 2011. Ital. J. Anim. Sci. 2011, 10, e45.
- Rauw, W.M. *et al.* 2021. Span. J. Agric. Res. 19: e0608.

EFFECTO DEL USO DE SUBPRODUCTOS ALIMENTARIOS EN LA CALIDAD DE HUEVOS ECOLÓGICOS PROCEDENTES DE LA RAZA 'GALIÑA DE MOS'

Echegaray¹, N., Agregán¹, R., García¹, L., Vázquez^{1,2*}, J.M.

¹Centro Tecnológico de la Carne de Galicia, Parque Tecnológico de Galicia, San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España; ²Área de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias de Ourense, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España

*jmlorenzo@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

El uso de subproductos procedentes de la industria alimentaria en la formulación de dietas animales se ha consolidado como una estrategia clave para mejorar la sostenibilidad. En el caso de los huevos, esta práctica no solo contribuye a reducir el impacto ambiental, sino que también podría mejorar los costes de producción, además de influir en la calidad del producto (Medina-Cruz *et al.*, 2024). Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo analizar cómo la inclusión de distintos subproductos en la dieta de la 'Galiña de Mos' afecta a las características de los huevos producidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio fueron analizados cuatro tipos de alimentación ecológica: dieta control (C), dieta con inclusión de un 5% de bagazo de cerveza (BC), dieta con un 5% de bagazo de oliva (BO) y dieta con un 5% de semillas de lino (SL). A partir de la semana 32 de edad y durante 6 semanas, se seleccionaron semanalmente al azar 10 huevos de cada dieta experimental para evaluar la frescura (unidades Haugh), el peso y espesor de la cáscara, así como el color de la yema (escala Roche). Paralelamente, se seleccionaron 10 huevos adicionales por dieta y semana para determinar la composición química, el perfil de ácidos grasos y el valor energético. Los datos obtenidos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido de la prueba post hoc de Duncan para la comparación de medias ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las únicas variables que se vieron significativamente ($P < 0,05$) afectadas por la dieta fueron el color de la yema, el peso de la cáscara, el porcentaje de grasa y el valor energético. Concretamente, los huevos procedentes de la dieta SL obtuvieron los valores más bajos en la escala Roche ($7,5 \pm 0,01$) al contrario que los de la dieta C y BC, los cuales mostraron los valores más elevados ($8,1 \pm 0,01$ y $8,2 \pm 0,01$, respectivamente). En cuanto al peso de la cáscara, la dieta SL destacó por presentar el valor más bajo ($6,7 \pm 0,01$ g), lo que podría indicar una cáscara más quebradiza que el resto (Pendón *et al.*, 2023). Respecto al porcentaje de grasa, los huevos procedentes de las dietas BO y SL mostraron los menores valores ($10,03 \pm 0,18\%$ y $9,96 \pm 0,19\%$), mientras que la dieta BC proporcionó huevos con el mayor porcentaje de este macronutriente ($10,90 \pm 0,21\%$). Esta diferencia se evidenció también en el contenido energético, ya que los valores más elevados de energía pertenecieron a los huevos de la dieta BC (158 ± 2 kcal/100 g) mientras que los más bajos se observaron en los huevos de la dieta SL (151 ± 1 kcal/100 g).

CONCLUSIÓN

Los subproductos a base de orujo de cerveza y oliva se muestran como ingredientes prometedores en la formulación de raciones ecológicas para gallinas ponedoras, ya que apenas afectan a las características de calidad y de composición de los huevos. Sin embargo, la inclusión de semillas de lino en la ración de las gallinas parece afectar más intensamente a algunas de estas características en comparación con una dieta ecológica sin inclusión de subproductos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Medina-Cruz, M.F., Zárate-Contreras, D., Pérez-Ruiz, R.V., Aguilar-Toalá, J.E., Rosas-Espejel, M., Cruz-Monterrosa, R.G. 2024. Food Chem. Adv. 4: 100595. • Pendón, M., Tor, M., Serrano-Pérez, B., Martín-Alonso, M.J., Seradj, A.R. y Álvarez-Rodríguez, J. 2023. AIDA XX: 45.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto 2021/074A del "Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020" y con fondos FEADER. N. Echegaray y R. Agregán agradecen a la Axencia Galega de Innovación (GAIN) por la concesión de una beca postdoctoral (IN606B-2022/006 y IN606B-2022/005, respectivamente).



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario
www.aida-itea.org

COLABORADORES



**CIHEAM
ZARAGOZA**



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación Mixta
Agroalimentaria de Aragón
Universidad Zaragoza

