

itea

información técnica económica agraria

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO



Volumen 119

Número 2

Junio 2023



aida-itea.org

2023- AÑO LIV
Vol. 119 N.º 2
<http://dx.doi.org/10.12706/itea>

DIRECCIÓN Y REDACCIÓN

Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: 34-976 716305
Fax.: 34-976 716335
E-mail: direccion@aida-itea.org

Depósito legal: Z-577-82
ISSN: 2386-3765
Maquetación: Remedios Cordero

DIRECCIÓN:	Albina Sanz, CITA de Aragón. España
EDICIÓN CIENTÍFICA:	José Manuel Alonso, CITA de Aragón. España Javier Álvarez, Universidad de Lleida. España Paula Gaspar, Universidad de Extremadura. España Gabriel Pardo, CITA de Aragón. España Ana Pina Sobrino, CITA de Aragón. España Helena Resano, IA2-Universidad de Zaragoza. España Guillermo Ripoll, CITA de Aragón. España Ana Isabel Sanjuán, CITA de Aragón. España
EDICIÓN TÉCNICA:	María Salillas, Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. España
COMITÉ DE REDACCIÓN:	Alfonso Abecia, Universidad de Zaragoza. España Jorge Álvaro, EEAD Zaragoza. España Arancha Arbeloa, EEAD Zaragoza. España Carlos Calvete, CITA de Aragón. España Fernando Escriu, CITA de Aragón. España Vicente González, CITA de Aragón. España Cristina Mallor, CITA de Aragón. España Javier Rodrigo, CITA de Aragón. España
COMITÉ ASESOR:	Ricardo Aké, Universidad Autónoma de Yucatán, México • Joaquim Balcells, Universidad de Lleida, España • Carlos Cantero, Universidad de Lleida, España M ^a Elena Daorden, INTA, Argentina • M ^a José Díez, Universidad Politécnica de Valencia, España • Miguel Gómez, Cornell University EEUU • Margarita López, Centro de Investigación Agraria "Finca La Orden-Valdesequera", España • Ana Meikle, Universidad de la República, Uruguay • Camilla Moonen, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Italia • M ^a Teresa Muiño, Universidad de Zaragoza, España • César Revoredó-Giha, SAC, Reino Unido • Ricardo Revilla, España • José Antonio Rubio, ITACYL, España Pierre Sans, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Francia • Guillermo Studdert, Universidad del Mar del Plata, Argentina • Alfredo Teixeira, Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal • Luis Varona, Universidad de Zaragoza, España

ITEA-Información Técnica Económica Agraria aparece indexada en SCI Expanded, Journal Citation Reports/Science Editions, ICYT, CABI, SCOPUS y EBSCO. Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, Editor titular del copyright. ITEA no se responsabiliza necesariamente de las opiniones vertidas en los artículos firmados que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores.

<https://www.aida-itea.org/index.php/revista-itea/presentacion-itea>



Texto y Foto de Eduardo Bernat

Chopera para la extracción de madera, es un cultivo ecológico de crecimiento rápido y los árboles se talan a los 20 años de la plantación. Se encuentra en la ribera del río Jiloca en el término de Manchones (Zaragoza).

La foto se tomó en Agosto de 2016 y actualmente no existen los chopos porque se talaron hace unos años.

Sumario

Producción Vegetal

- Variedad de patata *Fina de Carballo*: comportamiento agronómico y aptitud para la cocción.
Fina de Carballo variety: agronomic behaviour and suitability for boiling.
 Noemi Cobas, Luis Vázquez, José Carlos Barrio y Lucio García 108

Producción Animal

- Uso potencial de la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano para la autenticación del *lomito* ibérico de acuerdo a las categorías definidas por la Norma de Calidad del ibérico.
Potential use of Near Infrared Spectroscopy for the Iberian dry-cured lomito authentication according to the categories defined by the Spanish Iberian Quality Standard.
 Alberto Ortiz, Miriam Sánchez, Lucía León y David Tejerina 124

- La gonadotropina coriónica equina (eCG) modifica los niveles de testosterona, pero no la actividad reproductiva, en toros Holstein durante invierno.
The equine chorionic gonadotropin (eCG) modifies testosterone levels, but not reproductive activity in Holstein bulls during winter.
 Rogelio A. Ledezma-Torres, Fernando Sánchez-Dávila, Carlos Luna-Palomera y José F Vázquez-Armijo 139

- Los dispositivos reutilizados en protocolos cortos de sincronización tienen el mismo efecto sobre el desempeño reproductivo y perfiles de progesterona en ovejas Pelibuey.
The reused progesterone device in short-term protocols has the same effect on reproductive performance and progesterone profiles in Pelibuey ewes.
 Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz, Fernando Sánchez-Dávila, Nadia Florencia Ojeda-Robertos y Jorge Alonso Peralta-Torres 149

Economía Agraria

- ¿Influye el tipo de empresa en los costes pegajosos? Una valoración en las empresas agrarias españolas.
Does the type of company influence sticky costs? An assessment of Spanish agricultural companies.
 A. Sabino Mirón-Sanguino, Eva Crespo-Cebada y Carlos Díaz-Caro 158

- Aceptación del consumidor de la variedad tradicional Judía Blanca de Muniesa para la recuperación de su cultivo a escala comercial.
Consumer acceptance of the traditional variety 'Muniesa' bean for the recovery of its cultivation on a commercial scale.
 Azucena Gracia, Ana María Sánchez, y Cristina Mallor 172

Variedad de patata *Fina de Carballo*: comportamiento agronómico y aptitud para la cocción

Noemi Cobas*, Luis Vázquez, José Carlos Barrio y Lucio García

Fundación Centro Tecnológico da Carne, C/ Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia, 32900 San Cibrao das Viñas, Ourense, España

Resumen

La variedad de patata *Fina de Carballo* ha sido recientemente incluida en la IGP "Patata de Galicia". No obstante, su producción es actualmente muy escasa, circunstancia que acelera el empobrecimiento de los recursos genéticos de la variedad y pone en riesgo la viabilidad futura del cultivo. Este trabajo se plantea como un estudio comparativo de la variedad donde se han determinado aspectos productivos, evaluando las principales motivaciones que causan mermas de rendimiento. También se ha analizado su interés comercial, en base a su aptitud para la venta en fresco en comparación con otras variedades de uso frecuente en España. Los valores de producción bruta para *Fina de Carballo* fueron inferiores a los detectados en *Agria* y *Kennebec*. Se observaron altos porcentajes de tubérculos deformes en las muestras de *Fina de Carballo*, posiblemente como una consecuencia de la semilla de reemplazo, mientras que no se detectaron afecciones por sarna plateada, ni podredumbres o tubérculos huecos. Entre sus atributos sensoriales más destacados se encuentran su sabor neutro y una consistencia mayor que la ofrecida por variedades como *Daifla*, *Divaa*, *Frisia* o *Miranda*. Las puntuaciones favorables en un estudio de consumidor reafirman la necesidad de continuar con ensayos orientados a la mejora genética de la semilla, así como a la permanencia y expansión de su cultivo.

Palabras clave: Patata, plagas, enfermedades, producción, defectos, Análisis de consumidor.

Fina de Carballo variety: agronomic behaviour and suitability for boiling

Abstract

Fina de Carballo is a potato variety that has recently been included in the PDG "Patata de Galicia". Currently, its production is scarce. This circumstance accelerates the impoverishment of the variety's genetic resources and puts the future viability of the crop at risk. This work is presented as a comparative study of the variety where productive aspects have been determined, evaluating the main motivations that cause yield losses. Its commercial interest has also been analysed, based on its ability to be sold fresh compared to other varieties frequently used in Spain. The gross production values for *Fina de Carballo* were lower than those detected in *Agria* and *Kennebec*. High percentages of misshapen tubers were observed in *Fina de Carballo* samples, maybe due to reemployment seed. Whereas no silver scab conditions, rot or hollow tubers were detected. Among its most outstanding sensory attributes are its neutral flavour and a consistency greater than that offered by varieties such as *Daifla*, *Divaa*, *Frisia* or *Miranda*. The favourable scores in a consumer study reaffirm the need to continue with trials aimed at the genetic improvement of the seed, as well as the permanence and expansion of its cultivation.

Keywords: Potato, plagues, diseases, production, defects, consumer analysis.

* Autor para correspondencia: noemicobas@ceteca.net

Introducción

La patata (*Solanum tuberosum* L.) es un alimento de elevado valor nutricional por su contenido en carbohidratos, minerales, vitaminas, proteínas y en otros compuestos como los polifenoles con actividad antioxidante (Calliope et al., 2018). Pero, además, es un cultivo capaz de producir grandes cantidades de alimento en ecosistemas muy diversos y en superficies relativamente inferiores a las de otros mayoritarios como los cereales; estableciéndose como el cuarto cultivo más importante para el consumo humano después del maíz, el trigo y el arroz. Se estima que actualmente la producción global de patata es de 359 millones de t al año en una superficie de cultivo de 16,5 millones de ha. Durante el año 2020, se produjeron en España un total de 2.051.830 t de patata (FAOSTAT, 2022), siendo Galicia la segunda Comunidad Autónoma con mayor producción nacional (16,5 %) (MAPA, 2020a) y la comarca de la Limia (Ourense) uno de los territorios gallegos con mayor producción agrícola (AGADER, 2022).

La diversidad de los recursos fitogenéticos permite la adaptación de los cultivos a las condiciones ambientales cambiantes y determina su capacidad de respuesta a plagas y enfermedades, considerándose indispensable para garantizar la seguridad alimentaria y mantener un sistema agrícola sostenible (MAPA, 2020b). Para el cultivo de patata, Pieterse y Judd (2014) estiman que se han catalogado más de 4.800 variedades o cultivares diferentes, y que todas ellas presentan alguna característica diferencial ya sea por el color de la epidermis y la carne del tubérculo, la duración del ciclo del cultivo, su resistencia a las enfermedades, el color de las flores o la profundidad de los ojos. La Limia, Bergantiños, Terra Cha, A Mariña y Lemos son las principales comarcas productoras de patata en Galicia. En estas zonas se cultivan alrededor de

una veintena de variedades, siendo *Kennebec* y *Agria* las de mayor implantación para su consumo en fresco y en industria, respectivamente. La producción, en concreto, de *Kennebec* en la comunidad tiene una singular importancia ya que se encuentra amparada por la Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) "Patata de Galicia" (DOG, 2010). No obstante, desde el año 2020, se reconoce también la importancia de *Agria*, así como la de una variedad autóctona con distinto origen y producida en superficies de cultivo reducidas (Ruiz de Galarreta y Ríos, 2008), la *Fina de Carballo*, mediante la inclusión de ambas en la I.G.P. (DOUE, 2020). La patata *Fina de Carballo* se cultiva mayoritariamente en la comarca de Bergantiños y destaca por sus excelentes propiedades organolépticas, pese a que la abundancia de ojos profundos en su morfología merma significativamente su valor comercial y dificulta las prácticas del pelado mecánico para la industria transformadora. Actualmente, su producción es escasa, circunstancia que acelera el empobrecimiento de los recursos genéticos de la variedad y pone en riesgo la viabilidad futura del cultivo. Todo ello hace que sea necesario desarrollar una línea de investigación orientada a su implantación en otras regiones geográficas que permitan su expansión sin detrimento de su calidad.

Los objetivos de este trabajo son demostrar la capacidad productiva de la variedad de patata *Fina de Carballo* en una comarca gallega de importante actividad agrícola y determinar su aptitud para la cocción frente a otras patatas de uso habitual en los hogares españoles y en hostelería. Ambas estrategias pretenden sentar las bases para un trabajo posterior orientado a la selección y mejora de esta variedad de tubérculo, con el fin de potenciar su producción y destacar los beneficios de su consumo.

Material y métodos

Ensayos de campo

Todos los datos han sido recopilados en el periodo comprendido entre 2013 y 2021. Para el estudio agronómico se utilizaron las tres variedades de patata incluidas en la IGP "Patata de Galicia": *Agria*, *Kennebec* y *Fina de Carballo*.

Los ensayos se llevaron a cabo en una misma finca, que consta de un total de 7 ha ubicadas en el municipio de Sandiás (Ourense, España). Cada año, la siembra de los tubérculos se ubicaba en diferentes bancales, siguiendo un sistema de rotación de cultivos mediante su alternancia con trigo y maíz, para favorecer la conservación de la calidad del suelo. En general, el suelo de esta finca presenta una textura franco-arenosa y con ausencia de pedregosidad. El valor promedio de materia orgánica se mantiene en torno al 6,5 % y el pH es de 5,2 tal como cabría esperar en Galicia. Por otra parte, los niveles de fósforo se mantienen en torno a 36 ppm, el potasio a 240 ppm, el calcio a 550 ppm y el magnesio a 65 ppm. Cada año se realizó un estudio edafológico con el objeto de determinar las necesidades de fertilización y laboreo adecuadas al cultivo.

Los trabajos de campo se iniciaron durante la primera quincena de abril, acondicionando el terreno para el cultivo de la patata mediante un arado de vertedera. Posteriormente se realizó un abonado de fondo con 1.200 kg/ha de NPK 13-10-20 y 300 kg/ha de sulfato de potasa al 30 %, que se incorporaron mediante el pase de un cultivador. La siembra se realizó entre la última semana de abril y la primera semana de mayo, con una densidad de 40.400 plantas/ha. Cuando se observó un 5 % de nascencia en el cultivo, se efectuó el acaballonado quedando así conformados los surcos y aprovechando esta labor para aportar 200 kg/ha de nitrógeno de liberación

lenta al 23 % (Sulfammo N PRO 30). El riego fue por aspersión mediante cobertura total y con un aporte medio a razón de 1.750 m³/ha repartido en 4 aplicaciones.

Los tratamientos fitosanitarios consistieron en un par de aplicaciones contra el gusano gris (o rosquilla), pulgón y escarabajo con insecticidas de la familia de los piretroides (cipermetrina) entre otros. Se aplicaron también tratamientos fungicidas contra el mildiu de modo que, en las primeras fases de crecimiento de las plantas, se utilizaron materias activas sistémicas y en pleno desarrollo vegetativo se emplearon sustancias penetrantes, aunque sólo en aquellos casos en que las condiciones climatológicas lo hicieron necesario. Finalmente, se aplicaron fungicidas activos contra *Alternaria* spp.

Se aplicó un diseño en parcelas con cuatro repeticiones por variedad y año. Las dimensiones de éstas fueron de 3 × 10 m, con pasillos de separación de 1,5 m para facilitar la recolección y evitar mezclar tubérculos de diferentes repeticiones. En cada parcela se sembraron un total de 4 surcos de 0,75 × 10 m y el análisis de la cosecha se realizó en base a las mediciones tomadas en los dos surcos centrales de cada parcela unitaria recogidos manualmente.

Para el cálculo de la producción bruta se recogieron los 15 m² de tubérculos de cada parcela (2 surcos centrales de 1,5 × 10 m), se pesaron y se extrapolaron el resultado a un valor en kg/ha. Los resultados se muestran como un valor promedio entre las cuatro repeticiones por variedad, expresados en kg/ha.

Tras determinar el peso bruto de una muestra de aproximadamente 10 kg por parcela unitaria, se clasificaron y pesaron los tubérculos rechazados, es decir, aquellos afectados por enfermedades y defectos en la piel y en la carne o que presentaban diámetros elevados (>85 mm) o muy pequeños (<40 mm). Para todas las variedades sólo se registraron

daños por sarna común, sarna plateada, podredumbres secas o tubérculos deformes, huecos o agrietados. A partir de estos valores de destrío expresados en porcentaje, se determinó la producción comercial estimada por cada variedad de patata.

Finalmente, se analizó la concentración de materia seca en las tres variedades de patata, expresada como % y de acuerdo al procedimiento descrito por Crosby y Wang (2021). Se seleccionaron al azar, aproximadamente, 2 kg de patatas de cada parcela de ensayo y se pesaron tanto en aire como sumergidas en agua, utilizando un hidrómetro digital PW-2050 (Weltech International Limited, Reino Unido).

Aptitud para la cocción

Preparación de las muestras

Los ensayos relativos a la aptitud culinaria de la patata *Fina de Carballo* se realizaron durante la anualidad 2017.

Para los tratamientos de cocción se seleccionaron 5 tubérculos sanos de cada variedad, de tamaño uniforme, no dañados ni atacados por enfermedades. Se pelaron manualmente y se lavaron para posteriormente someterse a cocción al vapor durante 35 minutos bajo presión atmosférica, con agua corriente y sin adición de sal.

Análisis sensorial: descriptivo cuantitativo y consumidor

Se llevó a cabo un análisis comparativo del producto resultante de cocción de la variedad *Fina de Carballo* frente a los obtenidos a partir de otras patatas adecuadas para este uso (*Kennebec, Daifla, Divaa, Frisia y Miranda*). La evaluación sensorial se realizó en una sala de catas diseñada según la norma UNE-EN ISO 8589:2010/A1:2014 (UNE-EN, 2014), en la que participaron un total de 11 jueces.

Se analizaron parámetros visuales como el color de la carne de la patata y el grado de desintegración del tubérculo tras la cocción; también el sabor de las patatas y diferentes aspectos relacionados con la textura. La consistencia se evaluó entendiéndose como la facilidad con que se desintegran los tubérculos al pincharlos con un tenedor, mientras que la harinosidad se determinó valorando el grado de friabilidad que se observa al ser desmenuzada una patata con el tenedor o entre la lengua y el paladar. En cuanto a la estructura, se valoró la composición granulosa y fibrosa de la patata. Finalmente, se determinó el grado de oscurecimiento o decoloración, entendiéndose como el aspecto más o menos grisáceo de la patata entera, e incluyendo la aparición de manchas negras o azulinas, en la mayor parte de los casos superficiales. Los baremos empleados en este estudio para cada uno de los parámetros cuantificados fueron los utilizados por Borruey et al. (2004) y se muestran en la Tabla 1.

El análisis de consumidor consistió en la evaluación de cuatro variedades de patata como muestra de ensayo: *Fina de Carballo, Kennebec, Frisia y Daifla*; estas tres últimas de uso frecuente para su comercialización en fresco. Se valoraron el aspecto, el sabor y la preferencia global mediante un test de ordenación en el que participaron un total de 48 consumidores y que debían adjudicar la puntuación de 1 a la muestra preferida y 4 a la de menor preferencia.

Análisis estadístico

Para el registro de todos los datos obtenidos a partir de las cosechas realizadas por anualidades, así como los cálculos de producciones y destríos, se utilizó el programa Microsoft Excel 2016© (Microsoft, Redmond, EE.UU.).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para los contenidos en materia seca de *Fina*

Tabla 1. Baremos aplicados a los diferentes parámetros sensoriales evaluados en la aptitud a la cocción de diferentes variedades de patata.
 Table 1. Scales applied to the different sensory parameters evaluated for the cooking suitability of different potato varieties.

Valor	Color carne	Desintegración	Sabor	Consistencia	Harinosidad	Estructura	Oscurecimiento
1	Blanco	Nula	Neutro	Firme	No harinosa	Fina	Sin oscurecer
2	Blanco Grisáceo	Ligera	Ligeramente pronunciado	Bastante firme	Ligeramente harinosa	Bastante fina	Ligeramente oscurecido
3	Blanco amarillento	Moderada	Pronunciado	Bastante blanda	Harinosa	Bastante basta	Moderadamente oscurecido
4	Amarillo pálido	Completa	Fuerte	Blanda, consistencia desigual	Muy harinosa	-	Muy oscurecido
5	Amarillo	-	-	-	-	-	-
6	Amarillo intenso	-	-	-	-	-	-

de Carballo, Agria y Kennebec con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; seguido por un test de comparaciones múltiples (Tukey) en el caso de los valores promedio para cada variedad de patata.

En lo que respecta a los datos recopilados en el estudio cuantitativo descriptivo, se sometieron a un análisis de procrustes generalizados (GPA) con el programa XLSTAT 2016. 02.28451 (Addinsoft, Paris, France). Por otra parte, a los datos de ordenación recopilados en el análisis sensorial de consumidor de las cuatro variedades de patata testadas se sometieron a un Test de Friedman para un diseño en bloques completos y se calculó la Mínima Diferencia Significativa (MDS) para el riesgo asumido ($\alpha = 0,05$) con el objeto de determinar qué variedades fueron significativamente diferentes de otras; ambos procedimientos de acuerdo a la norma UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017 (UNE-ISO, 2017).

Resultados y discusión

Comportamiento agronómico

Tras la observación y seguimiento de las diferentes fases de desarrollo de la variedad *Fina de Carballo* a lo largo del periodo de estudio, se observó que se trataba de una variedad de buena implantación en la comarca de la Limia, con un tiempo medio entre la siembra y la nascencia de 25 días, aunque éste se vio afectado por las condiciones meteorológicas con variaciones anuales de 4 días. En lo que respecta a su ciclo nascencia-tuberización, ronda un promedio de 26 ± 4 días, mientras que para *Kennebec* se estableció en 24 ± 4 días y en *Agria* de 27 ± 5 días en todo el periodo de estudio. No obstante, para completar el ciclo hasta alcanzar la madurez, *Fina de Carballo* necesita 112 ± 7 días más desde la nascencia, siendo estos periodos más cortos tanto para *Kennebec* (93 ± 5 días)

como para *Agría* (104 ± 7 días). En general, la patata *Fina de Carballo* se puede considerar como una variedad de ciclo intermedio, coincidiendo con los valores de madurez del follaje establecidos por el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (Neiker) (Ruiz de Galarreta y Ríos, 2008). Finalmente, y en cuanto a su capacidad para producir tubérculos, *Fina de Carballo* presenta valores intermedios en comparación con *Kennebec* y *Agría*, con promedios por planta de 10, 9 y 12 tubérculos, respectivamente.

En lo que respecta a producción bruta, la Figura 1 muestra todos los datos registrados en el período 2013-2021 para la variedad *Fina*

de Carballo, frente a los valores que ofrecen el resto de integrantes de la IGP "Patata de Galicia". En todas las anualidades se observó una menor producción bruta de *Fina de Carballo* frente a *Agría* y *Kennebec*, con valores comprendidos entre los 22.593 kg/ha y los 40.056 kg/ha. No se han encontrado trabajos previos para la variedad *Fina de Carballo* en que consten valores de producción bruta, sin embargo, los datos observados para la variedad *Agría* fueron superiores a los obtenidos en un trabajo de variedades realizado en la misma comarca (42.244 kg/ha) (INORDE, 2019). Esta variedad ofreció resultados dos veces superiores a *Fina de Carballo* en las anua-

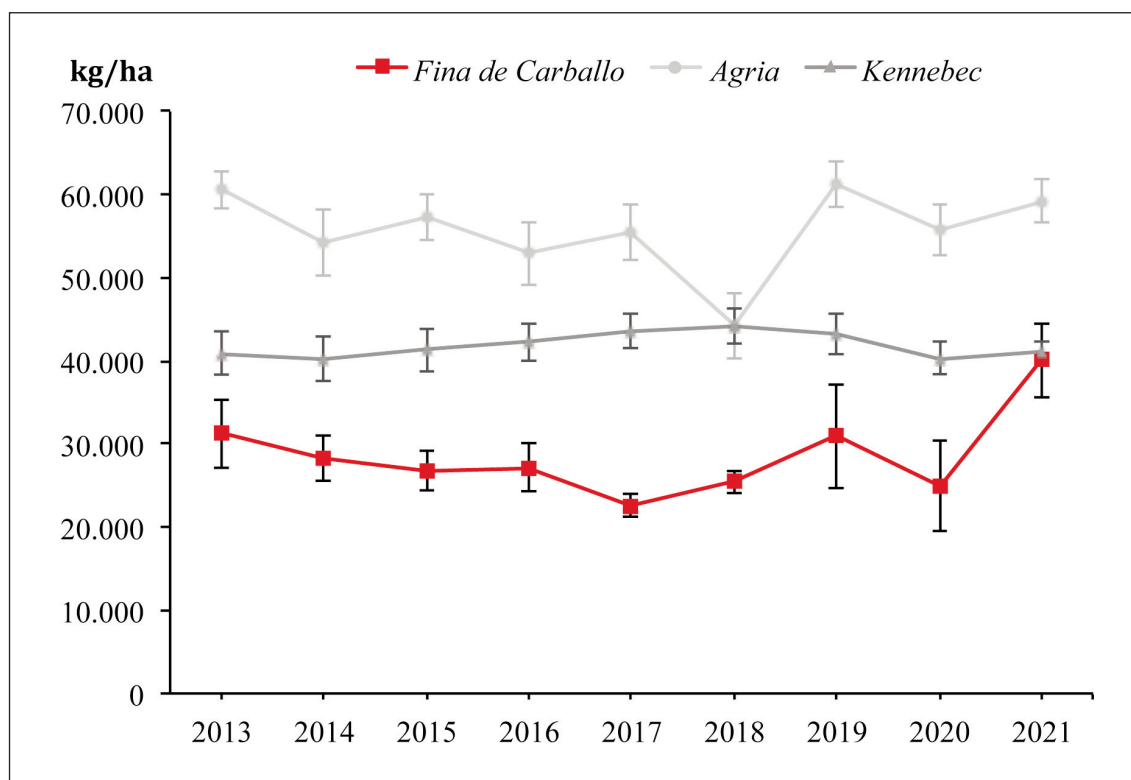


Figura 1. Datos de producción bruta de las variedades integrantes de la IGP "Patata de Galicia" en ensayos realizados en el período 2013-2021.

Figure 1. Production data of the varieties that are part of the IGP "Patata de Galicia" for the period 2013-2021.

lidades 2015, 2017 y 2020, aunque esta relación no varió de forma destacada en todo el periodo de observación. En general, la cosecha de 2021 fue buena para todas las variedades estudiadas, la mejor en el caso de *Fina de Carballo*. Por su parte, la patata *Kennebec* mantuvo valores medios entre 40.208 kg/ha y 44.219 kg/ha, con producciones relativamente constantes independientemente de la anualidad y siempre un 30 % más altas que las obtenidas en *Fina de Carballo*. Las producciones brutas de *Kennebec* observadas durante este trabajo sí se aproximaron a las obtenidos en estudios previos en Navarra, con un valor promedio de 46.070 kg/ha (Macua et al., 2011).

Entre las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la patata y que conducen a la reducción de la calidad de los tubérculos se encuentran las ocasionadas por hongos, bacterias, artrópodos, nematodos y virus. Pero las fisiopatías son también responsables de pérdidas económicas en el sector, como son los crecimientos secundarios, la presencia de grietas o los tubérculos huecos (García, 2014).

Para la estimación de destríos se tuvieron en cuenta todos los motivos de descarte señalados en la metodología. No obstante, resulta reseñable que *Kennebec* y *Agría* sufrieron mermas productivas debidas a sarna plateada y podredumbre seca, con una baja incidencia de tubérculos agrietados o huecos; mientras que en *Fina de Carballo* sólo se detectaron patatas afectadas por sarna común, tubérculos de calibre pequeño o deformaciones (Tabla 2). Los altos porcentajes de deformaciones (8-18 %) en los tubérculos de *Fina de Carballo*, posiblemente son una consecuencia de la reiterada utilización del mismo material de semilla, año tras año. Por el contrario, *Agría* y *Kennebec* no mostraron tubérculos con esta condición en ninguno de los muestreos realizados en el periodo de estudio.

En el caso de la variedad *Kennebec* las pérdidas se debieron, principalmente, a la presencia de patatas con sarna común, pese a ser

Tabla 2. Defectos detectados en tubérculos de *Fina de Carballo* e incidencia de éstos en las variedades *Agría* y *Kennebec*, expresados como %.

Año	Fina de Carballo			Agría			Kennebec		
	<40 mm	Sarna común	Def.	<40 mm	Sarna común	Def.	<40 mm	Sarna común	Def.
2013	5,12 ± 1,15	4,97 ± 3,10	8,03 ± 3,80	0,73 ± 1,00	0,30 ± 0,68	nd	2,27 ± 2,24	1,64 ± 1,81	nd
2014	2,64 ± 2,10	1,52 ± 1,55	15,12 ± 4,80	0,30 ± 0,68	0,30 ± 0,68	nd	1,52 ± 1,51	1,15 ± 1,85	nd
2015	2,94 ± 2,07	2,36 ± 2,23	13,94 ± 4,30	0,52 ± 0,80	0,30 ± 0,68	nd	1,52 ± 1,42	2,21 ± 2,09	nd
2016	2,30 ± 0,66	3,00 ± 1,90	16,48 ± 3,64	0,76 ± 1,07	0,55 ± 1,22	nd	0,94 ± 1,29	1,45 ± 2,00	nd
2017	3,18 ± 0,84	1,58 ± 0,89	16,62 ± 4,12	0,36 ± 0,81	0,39 ± 0,88	nd	1,03 ± 1,45	1,18 ± 1,62	nd
2018	3,02 ± 1,01	1,79 ± 1,25	13,72 ± 7,23	0,94 ± 1,34	0,36 ± 0,81	nd	1,52 ± 1,52	0,76 ± 1,07	nd
2019	3,58 ± 2,08	nd	15,85 ± 3,89	0,30 ± 0,68	0,55 ± 1,22	nd	0,91 ± 1,36	0,30 ± 0,68	nd
2020	2,12 ± 0,39	1,12 ± 1,54	18,00 ± 5,19	0,45 ± 1,02	0,36 ± 0,81	nd	0,76 ± 1,14	0,33 ± 0,75	nd
2021	3,85 ± 1,77	0,45 ± 0,68	9,06 ± 2,95	nd	nd	nd	1,48 ± 0,87	2,27 ± 1,31	nd

Def.: Deformes; <40 mm: Tubérculos con calibres pequeños; nd: Defecto no detectado.

considerada como ligeramente resistente a esta enfermedad (Pastor y Aguirre, 1983). *Streptomyces* spp. son las bacterias causantes de la sarna común de la patata que pueden permanecer en el suelo, como restos infectados que podrían generar esporas capaces de penetrar en el tubérculo a través de estomas, heridas o lenticelas; hasta acabar colonizando los tejidos subepidérmicos (Alvarado et al., 2008). El sistema de rotación de cultivos empleado en los ensayos permitió limitar su aparición en las sucesivas campañas, quizás más sujeta a las condiciones climáticas favorables y a la propia susceptibilidad de la variedad que al contagio por la permanencia de esporas en los terrenos. Esto explicaría la incidencia va-

riable entre la ausencia y el 5 % en *Fina de Carballo*; o de entre el 0-0,3 % en *Agria* para todo el periodo de estudio pese a tratarse, esta última, de una variedad susceptible a las infecciones por sarna común (García, 2014).

Tras un análisis visual de una muestra representativa de cada variedad y detectados los defectos presentes en los tubérculos, se calcularon los valores de destrío a fin de estimar las producciones comerciales en las diferentes anualidades y que se presentan en la Figura 2. Del mismo modo que ocurría en la producción bruta, la variedad de patata *Fina de Carballo* presentó los rendimientos más bajos durante todo el período de estudio, con valores medios comprendidos entre los

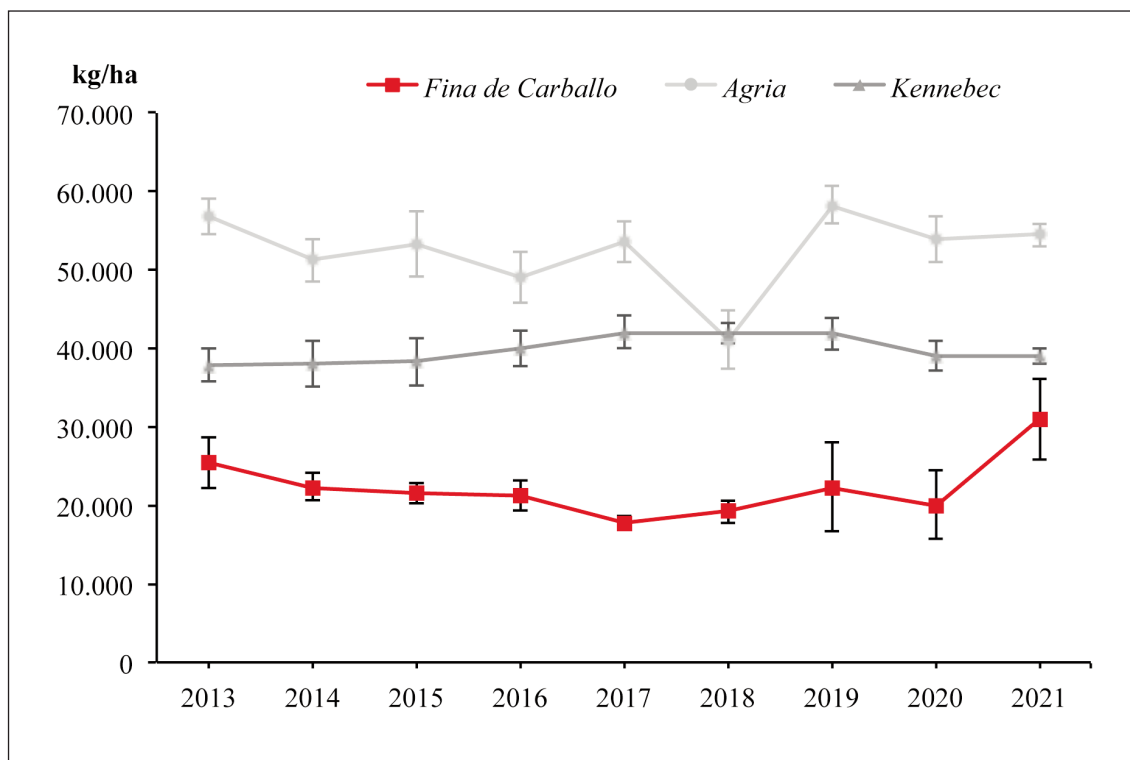


Figura 2. Datos de producción comercial de las variedades integrantes de la IGP "Patata de Galicia" en ensayos realizados en el periodo 2013-2021.

Figure 2. Commercial production data of the varieties included in the IGP "Patata de Galicia" for the period 2013-2021.

17.794 kg/ha y 31.059 kg/ha. Las producciones comerciales de *Agria* se mantuvieron por encima de los 40.000 kg/ha y registraron el mayor rendimiento productivo en la campaña del año 2019 con 58.266 kg/ha, superior al observado para esta misma variedad por el INORDE (2019) para ese mismo año.

En general, los bajos rendimientos de *Fina de Carballo* con respecto a sus homólogas de la IGP se atribuyen al sistema empleado para la multiplicación de la semilla y que podrían asemejarse a los ofrecidos por variedades comerciales de existir semilla certificada (AS-DECOMOR, 2010).

Los resultados de materia seca de las tres variedades estudiadas se muestran en la Figura 3, expresados como % a lo largo de todo el periodo de estudio. Este parámetro es clave en lo relativo a la idoneidad de una variedad para un proceso culinario concreto, ya que está positivamente relacionado con la textura de los tejidos en los tubérculos (Loyola et al., 2010). De este modo, un elevado contenido de materia seca en la patata equivale a un mejor rendimiento productivo para fritos (Borruey et al., 1999), mientras que un mayor contenido en agua dará como resultado un producto cocido firme y con menor desintegración (García, 2014).

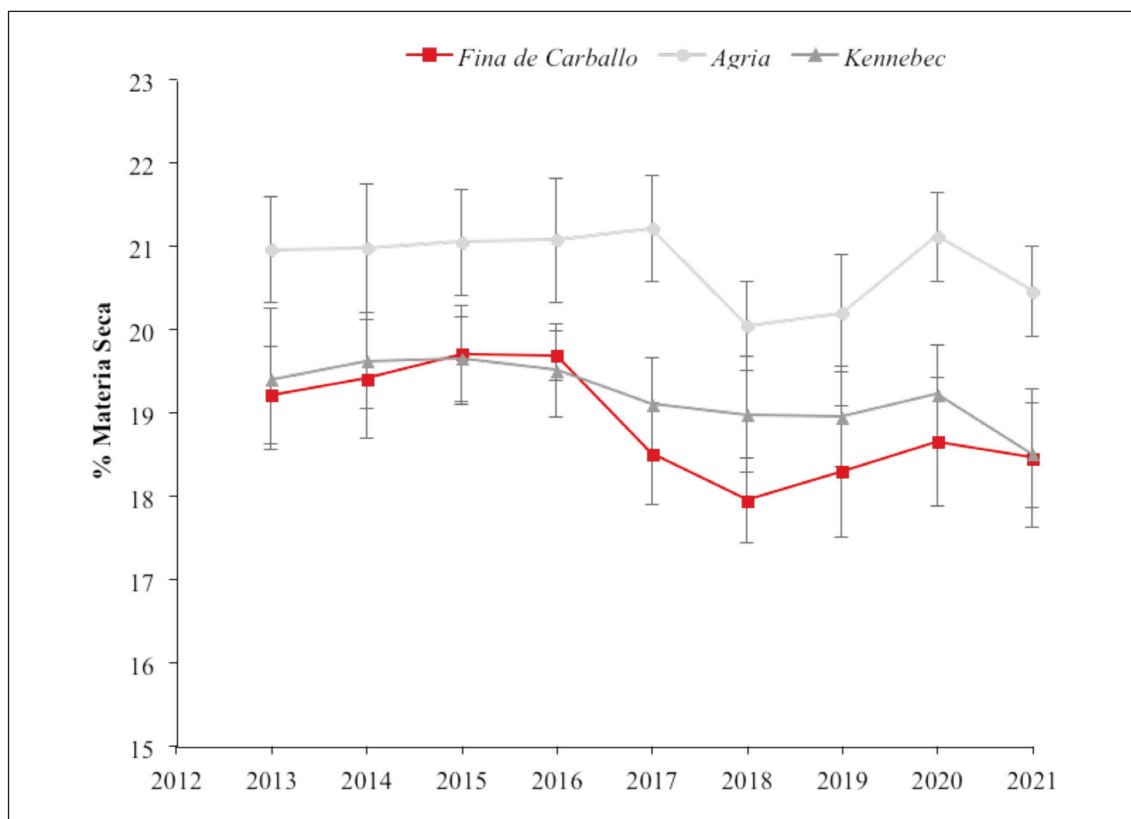


Figura 3. Contenido de materia seca, expresado como media y desviación, en las variedades *Fina de Carballo*, *Agria* y *Kennebec* durante el periodo 2013-2021.

Figure 3. Average dry matter content, expressed as means and deviations, in the *Fina de Carballo*, *Agria* and *Kennebec* varieties for the period 2013-2021.

Los valores más bajos se detectaron en tubérculos de *Fina de Carballo*, todos ellos con un contenido en materia seca de 17,9-19,7 %. *Agria* mostró contenidos variables a lo largo de todo el periodo de estudio, entre 20,5 % y 21,2 %, coincidiendo en promedio con los observados por Gallego et al. (2006) para esta misma variedad (21 %). En un trabajo posterior del INORDE (2019) se observaron contenidos inferiores de materia seca (19,9 %), al igual que Escuredo et al. (2018) con contenidos entre 18,3 % y 20,1 % dependiendo de la cosecha, aunque no mostraron diferencias significativas entre las tres anualidades objeto de estudio. Finalmente, los datos de materia seca en *Kennebec* mostraron valores de 18,9-19,7 % con un promedio de 19,2 % sin diferencias significativas entre las anualidades, del mismo modo que en el trabajo de Escuredo et al. (2018) para esta misma variedad y en la cosecha del año 2015 (19,9 %), pero inferiores a los determinados por Gallego et al. (2006) para la *Kennebec* (22 %) en una investigación anterior.

Fueyo (2008) señala que las variedades destinadas a la venta como producto congelado deben ser capaces de soportar un escaldado previo, así como el posterior cocinado al que la someterá el consumidor final, recomendando el uso de tubérculos con un contenido en materia seca inferior al 20 %. De acuerdo a este criterio, tanto *Kennebec* como *Fina de Carballo* serían adecuadas, al contrario que *Agria*, siendo significativamente diferentes los resultados medios observados entre las variedades ($P < 0,05$).

Aptitud para la cocción

En el amplio catálogo de variedades de patata que se conocen en la actualidad en todo el mundo se observan notables diferencias en lo que respecta a su comportamiento frente al procesado y transformación (Borruey et al., 1999; Gallego et al., 2006), siendo difícil que

una misma variedad ofrezca buenos resultados en diferentes utilidades (Oliva, 2020). Es este sentido García (2014) define la calidad de la patata en la industria de los transformados como la "adecuación al uso", siendo determinante para su aplicación o descarte aspectos concretos como la consistencia (Borruey et al., 1999; Gallego et al., 2006). Gómez-Castillo et al. (2013) afirman que *Kennebec* es una variedad reconocida por su idoneidad para la cocción o el horneado y de uso industrial ampliamente extendido, es por esta razón que se utilizó como variedad testigo en los ensayos de aptitud culinaria de *Fina de Carballo*, mientras que la variedad *Agria* se descartó a consecuencia de los valores de materia seca observados. Por otra parte, patatas como *Daifla*, *Divaa*, *Frisia* y *Miranda*, son variedades popularmente utilizadas en hostelería y en los hogares para su consumo cocidas; aunque alguna de ellas resulta tan versátil que se aplica también en la fritura.

La cocción es una de las principales aplicaciones para la patata que se comercializa en fresco (Borruey et al., 2004), en la que los tubérculos deben atender a criterios sensoriales específicos para adecuarse a este uso. Por ejemplo, Fueyo (2008) afirma que una variedad de patata destinada a la cocción debe presentar un grado de desintegración nulo o ligero. Las seis variedades objeto de este estudio se mantuvieron en este rango de puntuación, con excepción de *Kennebec* cuya desintegración fue considerada como moderada por el panel de jueces.

Daifla es una variedad originaria de Francia, pero que cuenta con una importante expansión en Latinoamérica, destacando su consumo en países como Uruguay (INASE, 2018). De acuerdo a los catálogos de variedades de patata, se trata de un tubérculo que muestra un bajo nivel de ennegrecimiento tras el tratamiento térmico (Germicopa, 2022), coincidiendo con las estimaciones del panel sensorial donde la mayoría de las respuestas de los jueces situaron a esta variedad entre la au-

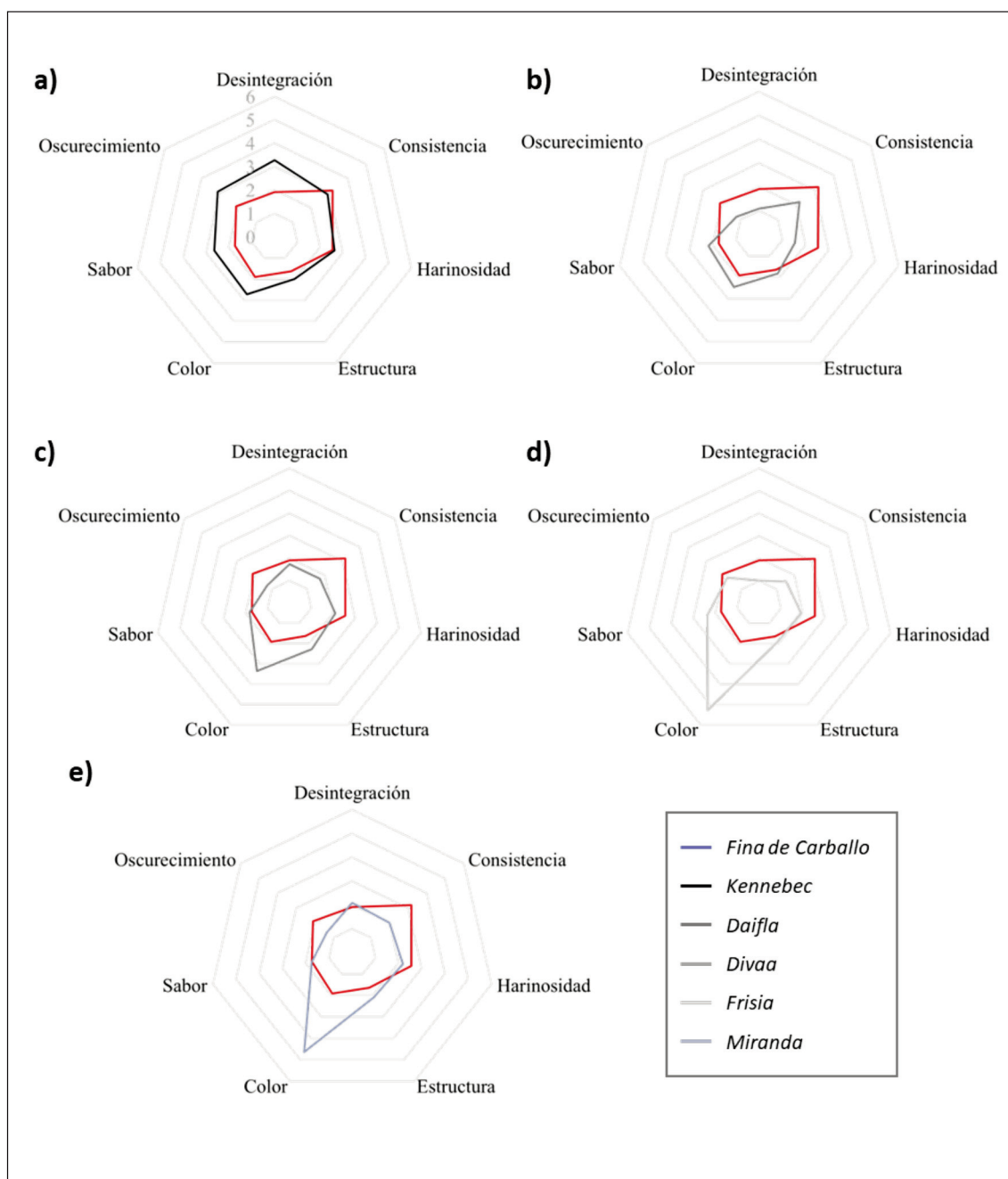


Figura 4. Perfil sensorial de la patata *Fina de Carballo* frente a las variedades *Kennebec* (a), *Daifla* (b), *Divaa* (c), *Frisia* (d) y *Miranda* (e).

Figure 4. Sensory profile of *Fina de Carballo* potato and the varieties *Kennebec* (a), *Daifla* (b), *Divaa* (c), *Frisia* (d) y *Miranda* (e).

sencia de oscurecimiento (1) o valores muy ligeros (2). Coincide con *Fina de Carballo* en lo que respecta a su estructura, ambas estimadas como finas, un resultado significativamente positivo para aquellos tubérculos destinados a la cocción (Fueyo, 2008).

La carne de la variedad *Divaa* es identificada por algunos autores como de color blanco cremoso (González, 2019). Este estudio muestra valores intermedios entre el blanco amarillento (3) y el amarillo pálido (4). Estos resultados difieren notablemente de los observados en *Fina de Carballo* y que se sitúan por debajo en la escala de medida con valoraciones entre el blanco (1) y el blanco grisáceo (2).

En lo que respecta a la variedad *Miranda* se trata de una patata de carne amarilla, bastante firme en la cocción, con poco ennegrecimiento tras someterse al tratamiento térmico y muy utilizada tanto para su consumo fresco como para la elaboración de patatas fritas (NIVAP, 2011). Su sabor se estimó como ligeramente pronunciado, coincidiendo con las observaciones para *Fina de Carballo*. Mientras que la variedad *Frisia* se identifica como un tubérculo de carne amarilla clara sin manchas (Martín, 2005), y de consistencia entre firme y muy firme frente a la cocción (NIVAP, 2011). Ninguno de los parámetros sensoriales observados para esta última variedad mostró resultados similares a la patata *Fina de Carballo*, con la excepción del oscurecimiento, en ambas estimado como ligero.

En el análisis GPA se observó que los componentes principales F1 y F3 representaban todos los parámetros sensoriales considerados, con una varianza acumulada del 64,2 % y mostrando una clara diferenciación entre las seis variedades de patata objeto de estudio (Figura 5). En éste, se observó que las variedades *Divaa* y *Miranda* se caracterizaron por aspectos como el color y la estructura. Mientras que *Fina de Carballo* y *Kennebec* debieron su caracterización –principalmente– a los atributos de sabor, oscurecimiento y consistencia.

El mejor sistema de evaluación de la calidad culinaria pasa por comparar –en un panel de consumidor– el producto final obtenido en la cocción de una variedad en estudio, frente a otras variedades de aptitud más que reconocida para el mismo tratamiento térmico. En base a esta premisa se realizó un test de ordenación comparando los productos cocidos de *Fina de Carballo*, *Kennebec*, *Frisia* y *Daifla*. El valor F calculado de acuerdo a las recomendaciones de la norma UNE-ISO (2017), para el aspecto, sabor y la preferencia global, fue siempre superior al estadístico F estimado (7,81) en relación al número de muestras (4) y al número de catadores (48); entendiéndose que los consumidores participantes en el análisis sensorial han podido detectar diferencias entre los tubérculos cocidos de cada variedad. Las puntuaciones totales respecto a la preferencia global figuran en la Tabla 3, e indican que la variedad *Fina de Carballo* fue significativamente más apreciada que cualquiera de las otras tres incluidas en este estudio.

Conclusiones

Aunque la variedad de patata *Fina de Carballo* presenta unos rendimientos brutos y comerciales inferiores a *Kennebec* y *Agria*, ofrece un potencial interés productivo para la comarca de la Limia. Esta variedad presenta una firmeza al cocer que la hace especialmente valorada para la preparación de platos tradicionales de la cocina gallega, como los conocidos cachelos. Su estructura entre fina o bastante fina, su sabor neutro o ligeramente pronunciado, su grado de oscurecimiento, su harinosidad, así como las positivas valoraciones tanto del panel entrenado, como del consumidor; constatan su gran interés para la venta en fresco. No obstante, su producción se ve claramente afectada por la presencia de anomalías en los tubérculos, cuestión que requiere de una in-

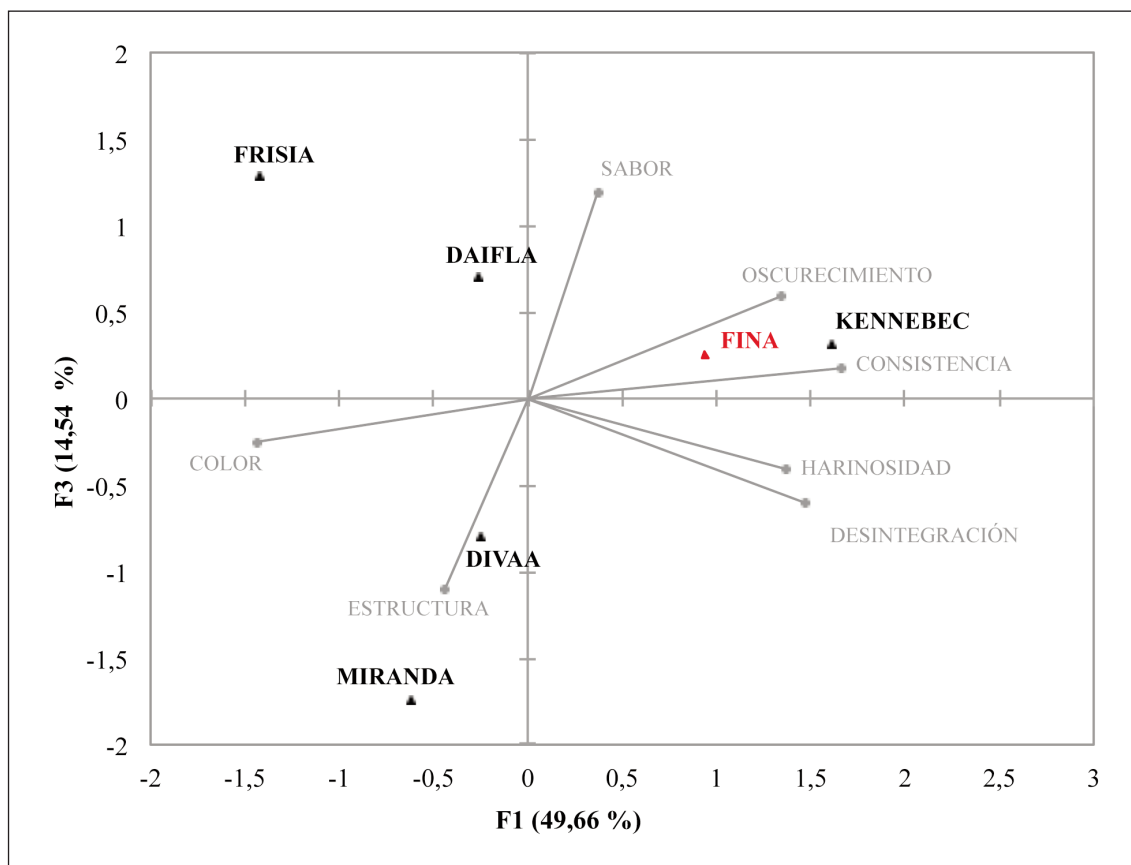


Figura 5. Interpretación de los ejes F1 y F3 en el mapa de consenso del panel según el análisis GPA realizado para las muestras estudiadas.

Figure 5. Interpretation of the F1 and F3 axes in the panel consensus map according to the GPA analysis performed for the samples studied.

Tabla 3. Puntuaciones de preferencia global y diferencias significativas de acuerdo a la MSD para las variedades de patata sometidas a un estudio de consumidor.
Table 3. Global preference scores and significant differences according to the MDS for potato varieties subjected to a consumer study.

Mayor Preferencia	Menor Preferencia	
<i>Fina Carballo</i> (84)	<i>Kennebec</i> (117)	<i>Frisia</i> (135)
		<i>Daifla</i> (144)

vestigación más profunda y orientada a la mejora sanitaria de la semilla, pero que, en cualquier caso, no resta importancia a su calidad sensorial y al interés de la continuidad y expansión de su cultivo.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido impulsado a través del Plan Marco de Conservación de Recursos Genéticos en la Agricultura, aprobado por Resolución de la Dirección General de Ganadería, Agricultura e Industrias Agroalimentarias de la Xunta de Galicia; programa CASTES de la Consellería do Medio Rural. Esta medida está cofinanciada por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 75 %, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) en un 7,5 % y por la Xunta de Galicia en un 17,5 %.

Referencias bibliográficas

- AGADER (2022). Plan estratégico sector agrario A Limia. Axencia Galega de Desenvolvemento Rural. Disponible en: <https://agader.xunta.gal/es/planificacion/plan-estrategico-sector-agrario-a-limia> (Consultado: 31 marzo 2022).
- Alvarado M, Andújar ME, Durán JM, Flores R, Montes F, Morera B, Muñoz C, Ortega MG, Páez JI, de la Rosa A, Sánchez AM, Serrano A, Vega JM (2008). Plagas y enfermedades de la patata. Consejería de Agricultura y Pesca, Sanidad Vegetal, Junta de Andalucía, España. 85 pp.
- ASDECOMOR (2010). Situación de la variedad "Fina de Carballo". Proyecto de cooperación interterritorial "Nuevos Horizontes". Asociación para o desenvolvemento rural da comarca de Ordes, 10 pp. Disponible en: <https://xdoc.mx/preview/cultivo-de-la-patata-fina-de-carballo-5ed57227d97e8> (Consultado: 17 marzo 2022).

Borruey A, Cotrina F, Mulla J, Vega C (1999). Calidad Industrial y Culinaria de las variedades de patata. Gobierno de Aragón, Dirección General de Tecnología Agraria. Informaciones Técnicas 72: 1-12.

Borruey A, Cotrina F, Mulla J, Vega C (2004). Ensayos de variedades de patata. Resultados productivos y calidad culinaria: Cosechas 2001 y 2002. Dirección General de Tecnología Agraria. Informaciones Técnicas 135: 1-24.

Calliope SR, Lobo MO, Sammán NC (2018). Biodiversity of Andean potatoes: Morphological, nutritional and functional characterization. Food Chemistry 238: 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.074>

Crosby TW, Wang Y (2021). Effects of irrigation management on chipping potato (*Solanum tuberosum* L.) Production in the Upper Midwest of the US. Agronomy 11(4): 768. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040768>

DOG (2010). Orden de 26 de julio de 2010 por la que se aprueba el Reglamento de la indicación geográfica protegida Patata de Galicia y de su Consejo Regulador. Diario Oficial de Galicia, núm. 144, de 29 julio de 2010, pp. 13.856-13868.

DOUE (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/645 de la Comisión de 7 de mayo de 2020 por el que se aprueba una modificación que no es de menor importancia del pliego de condiciones de un nombre inscrito en el Registro de Denominaciones de Origen Protegidas y de Indicaciones Geográficas Protegidas [«Pataca de Galicia»/«Patata de Galicia» (IGP)]. Diario Oficial Unión Europea, núm. L151, de 14 de mayo de 2020, pp. 1-2.

Escuredo O, Seijo-Rodríguez A, Rodríguez-Flores MS, Míguez M, Seijo MC (2018). Influence of weather conditions on the physicochemical characteristics of potato tubers. Plant, Soil and Environment 64(7): 317-323. <https://doi.org/10.17221/144/2018-PSE>

FAOSTAT (2022). Statistics Division of the FAO; FAOSTAT, Food and Agriculture organization of the United Nations. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Consultado: 18 marzo 2022).

- Fueyo MA (2008). Las nuevas tendencias de calidad en la producción de patata. *Tecnología agroalimentaria* 5: 50-54.
- Gallego EM, Miguez M, De la Montaña J (2006). Aptitude of varieties of potato for its industrial transformation in fried potatoes slices [Aptitud de variedades de patata para su transformación en barritas prefritas]. *Ciencia y Tecnología Alimentaria-Journal of Food* 5(3): 189-194. <https://doi.org/10.1080/11358120609487691>
- García G (2014). Guía de cultivo de la patata para fresco en Asturias. Ed. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias, España. 68 pp.
- Germicopa (2022). *Daifla*: Variedad de doble uso. Disponible en: <https://www.germicopa.com/es/pommedeterre/daifla-3/> (Consultado: 07 abril 2022).
- Gómez-Castillo D, Cruz E, Iguaz A, Arroqui C, Virseda P (2013). Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 82: 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.017>
- González S (2019). Ensayo agronómico de once variedades de papas comerciales, *Solanum tuberosum* L., en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna. Trabajo Fin de Grado, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Sección de Ingeniería Agraria, Universidad de la Laguna, España. 152 pp.
- INASE (2018). Fitomejoramiento: conocimiento y experiencia aplicados al desarrollo de nuevos cultivares. Certificación y Control: producción de semilla de papa en argentina. *Revista INASE* 4: 35-38.
- INORDE (2019). Ensayo de variedades de patata. Ed. Publicaciones INORDE, Instituto Orensano de Desarrollo Económico, Ourense. España. 28 p.
- Loyola N, Oyarce E, Acuña C (2010). Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum tuberosum* Cv. Desirée), producidas en forma orgánica y convencional, en la provincia de Curicó, región del Maule. *Idesia (Chile)* 28(2): 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-3429201000200005>
- Macua JI, Lahoz I, Calvillo S, Santos A, Jiménez E (2011). La patata en Navarra: aptitud industrial de diferentes variedades. *Navarra Agraria* 188: 7-10.
- MAPA (2020a). Capítulo 07- Superficies y producciones de cultivos. Tubérculos para el consumo humano-patata: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2019. Anuario de Estadística Agroalimentaria 2020. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1.337 pp.
- MAPA (2020b). Orientación de políticas en relación al tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación en España. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/2020-11-16_policymaker_es_tirfaa_tcm30-558380.docx (Consultado: 18 marzo 2022).
- Martín VJ (2005). Consumo de hortalizas, características básicas: Patata. *Distribución y consumo* 15(83): 74-79.
- NIVAP (2011). Catálogo holandés de variedades de patata. Disponible en: <https://docplayer.es/50286113-Catalogo-holandese-de-variedades-de-patata.html> (Consultado: 04 abril 2022).
- Oliva GA (2020). Clasificación de papa de acuerdo con su aptitud de transformación industrial frito y cocido usando imágenes hiperespectrales. Trabajo Fin de Máster, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y Biociencias, Universidad de Navarra, España. 57 pp.
- Pastor F, Aguirre A (1983). Variedades de patata de siembra certificada. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas Divulgadoras 16/83 HD: 1-24.
- Pieterse L, Judd J (2014). *World Catalogue of Potato Varieties*, 6th. Ed. Agrimedia, New York, NY, USA. 326 pp.

Ruiz de Galarreta JI, Ríos DJ (2008). *Variedades de patata y papas españolas*. Ed. NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Vitoria-Gasteiz, España. 192 pp.

UNE-EN (2014). *UNE-EN ISO 8589:2010/A1:2014 Análisis sensorial. Guía general para el diseño de una sala de catas*. Disponible en: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0053610> (Consultado: 18 octubre 2017).

UNE-ISO 8587:2010/Amd1:2017 *Análisis sensorial. Metodología. Ordenación*. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0045392> (Consultado: 18 de octubre de 2017).

(Aceptado para publicación el 6 de septiembre de 2022)

Uso potencial de la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano para la autenticación del *lomito* ibérico de acuerdo a las categorías definidas por la Norma de Calidad del ibérico

Alberto Ortiz, Miriam Sánchez*, Lucía León y David Tejerina

Área de Calidad de Carne. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX-La Orden). Junta de Extremadura, Ctra A-V, Km 372, 06187 Guadajira, Badajoz, España

Resumen

El presente estudio evalúa la viabilidad de la tecnología espectroscópica de reflectancia en el infrarrojo cercano en combinación con el análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales para la clasificación del *lomito* ibérico de acuerdo a las categorías comerciales (definidas por la combinación de pureza racial, sistema productivo y alimentación del animal), de la carne fresca (músculo *Serratus ventralis*) utilizada para su elaboración, recogidas en la actual Norma de Calidad del ibérico. La información espectral fue tomada en pieza entera curada con tripa, producto loncheado, y producto loncheado y envasado al vacío con un plástico de bajo gramaje sin abrir el envase. La mayor capacidad predictiva se consiguió con el modelo realizado a partir de los espectros recogidos en la pieza entera, que fue capaz de clasificar correctamente 92,11 % del conjunto de muestras pertenecientes a la validación externa. Este valor descendió hasta el 79,23 % para el modelo obtenido a partir del producto envasado. Estos resultados sugieren que la tecnología espectroscópica de reflectancia en el infrarrojo cercano podría ser utilizada para el control de la trazabilidad de las categorías comerciales en el *lomito* ibérico, incluso cuando el producto ha sido loncheado y envasado, sin necesidad de abrir el envase.

Palabras clave: *Serratus ventralis*, trazabilidad, clasificación, Norma de Calidad, NIRS, PLS-DA.

Potential use of Near Infrared Spectroscopy for the Iberian dry-cured *lomito* authentication according to the categories defined by the Spanish Iberian Quality Standard

Abstract

This study evaluates the feasibility of near-infrared reflectance spectroscopic technology in combination with Partial Least Squares Discriminant Analysis for the classification of Iberian dry-cured *lomito* according to the commercial categories (defined by a combination of genotype, production system and feeding regime), of the fresh meat (*Serratus ventralis* muscle) used for its production as compiled by the current Spanish Iberian Quality Standard. Spectra were obtained scanning the whole piece (with casing), the sliced product, and the sliced and vacuum-packed product with low grammage plastic without opening the package. The highest predictive ability was achieved from the whole piece model, which was able to correctly classify 92.11 % of external validation samples. This value dropped to 79.23 % when measuring on the

* Autor para correspondencia: miriam.sanchezo@juntaex.es

Cita del artículo: Ortiz A, Sánchez M, León L, Tejerina D (2023). Uso potencial de la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano para la autenticación del *lomito* ibérico de acuerdo a las categorías definidas por la Norma de Calidad del ibérico. ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar. 119(2): 124-138. <https://doi.org/10.12706/itea.2022.011>

sliced and vacuum packaged format. These results suggest the feasibility of near-infrared reflectance spectroscopic technology to control the traceability of commercial categories in Iberian dry-cured *lomo*, even when the product has been sliced and packaged, without the need to open the packaging.

Keywords: *Serratus ventralis*, traceability, classification, Quality Standard, NIRS, PLS-DA.

Introducción

El sector del porcino ibérico goza de gran aceptación social y comercial a nivel nacional así como en otros mercados europeos (Pugliese y Sirtori, 2012) y de otros países tales como Japón y Estados Unidos (Lorido, 2016). Esto es reflejado en los datos de exportación de productos tales como jamones y paletas ibéricas, los cuales muestran un crecimiento de más del 140 % en los últimos diez años (ICEX, 2019), probablemente explicado por sus apreciadas cualidades organolépticas y nutricionales (Pugliese y Sirtori, 2012).

La carne y productos cárnicos procedentes de cerdos ibéricos producidos en régimen extensivo y alimentados a base de bellotas y hierba en la *dehesa*, lo que es conocido como *Montanera* alcanzan la máxima calidad (Díaz-Caro et al., 2019). Sin embargo, las limitaciones geográficas de la *dehesa* y estacionalidad de sus recursos naturales han llevado a una diversificación del sistema productivo de la raza ibérica hacia su intensificación y alimentación basada en piensos comerciales, para así satisfacer la creciente demanda de sus productos. Esta diversidad da lugar a diferencias en la calidad nutricional y sensorial de la carne (Tejerina et al., 2012) y productos cárnicos derivados (Contador et al., 2021; Ramírez et al., 2021) y, por tanto, a productos finales diferenciados. La actual Norma de Calidad del ibérico; Real Decreto 4/2014, de 10 de enero, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico (BOE, 2014), entró en vigor en 2014 pretendiendo clarificar y dar transparencia al sector, así como proporcionar una percepción más sencilla de los pro-

ductos comercializados y sus diferentes estándares de calidad, agrupándolos bajo un nuevo sistema de etiquetado. Así, cuatro categorías son definidas en esta Norma; *Negra* (para productos procedentes de cerdos ibéricos puros terminados en *Montanera*), *Roja* (cerdos ibéricos cruzados con Duroc con porcentaje racial de entre 50 % y el 75 % ibérico, terminados en *Montanera*), *Verde* (cerdos con al menos 50 % de raza ibérica criados en sistemas extensivos o intensivos al aire libre y alimentados con piensos comerciales y/o bellotas y hierba) y *Blanca* (cerdos con al menos 50 % de raza ibérica criados en intensivos y alimentados exclusivamente con piensos comerciales).

Estudios recientes han demostrado la utilidad de los atributos de certificación de la actual Norma de Calidad establecida para los productos ibéricos en la percepción de los mismos por los consumidores (García-Gudiño et al., 2021). Esto, junto con los diferentes costes de producción de cada categoría comercial hace necesario que los esfuerzos actuales se centren en el control de la trazabilidad de la materia prima, y por tanto de la autenticidad del producto final a través de herramientas rápidas y no destructivas. Esto permitiría a las industrias implicadas optimizar el tiempo, la mano de obra y los recursos económicos necesarios para implantar los mayores niveles de control exigidos por los consumidores. En este sentido, la tecnología espectroscópica en el infrarrojo cercano, por sus siglas en inglés conocida como tecnología NIRS, ha obtenido buenos resultados en la clasificación de animales vivos, canales, y carne fresca (Horcada et al., 2020) de acuerdo a las categorías de calidad contempladas en

el actual marco normativo (BOE, 2014). Sin embargo, los estudios de viabilidad de esta tecnología para el control de la trazabilidad en producto curado son escasos. Recientemente, Tejerina et al. (2021a) estudiaron su capacidad para la clasificación del lomo ibérico curado en formato loncheado y envasado en atmósfera modificada. Futuros trabajos deben llevarse a cabo en otros formatos de envasado, que generen además un menor impacto ambiental, lo que podría ser conseguido utilizando plástico de bajo gramaje, y considerando otras formas de presentación del producto tales como pieza entera, donde para nuestro conocimiento no existen estudios científicos, así como en otros productos ibéricos.

El *lomito* ibérico es el nombre comercial por el que se conoce a la presa ibérica (músculo *Serratus ventralis*) tras su proceso tecnológico de curación, para el cual los estudios de calidad son muy escasos (Tejerina et al., 2021b), y que no está amparado por las anteriormente mencionadas categorías de calidad (BOE, 2014). La posibilidad de clasificar este producto de acuerdo a la categoría comercial del corte del que procede aportaría información sobre su dimensión de calidad, además de garantizar la trazabilidad del mismo, dando sentido al sistema de etiquetado. Además, podría sentar las bases para ser reconocido comercialmente como un producto clasificado y autenticado en futuros marcos normativos.

Así, el objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad de la tecnología NIRS para la clasificación del *lomito* ibérico de acuerdo a las varias categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración recogidas en la actual Norma de Calidad del ibérico (*Negra*, *Roja*, *Verde* y *Blanca*), teniendo además en cuenta varias formas de presentación del producto y por tanto de toma de los espectros; pieza entera curada con tripa, producto loncheado, y producto loncheado y envasado al vacío con un plástico de bajo gramaje.

Material y métodos

Obtención de lomito ibérico y diseño experimental

Para realizar este estudio se partió de 88 *lomitos* ibéricos procedentes de los cortes comerciales de *presa* Ibérica (músculo *Serratus ventralis*) adquiridos en una industria cárnica del sector; Señorío de Montanera S.L., Badajoz, las cuales procedían de diferentes categorías comerciales: *Negra* (n = 24) (procedentes de cerdos de raza ibérica pura acabados en el sistema de *Montanera*, con un tiempo en *Montanera* de al menos 60 días, una edad al sacrificio de al menos 14 meses y un peso de la canal de al menos 108 kg), *Roja* (n = 24) (cerdos con un porcentaje de raza ibérica de entre el 50 % y 75 % acabados en *Montanera* con un tiempo en *Montanera* de al menos 60 días, una edad al sacrificio de al menos 14 meses y un peso de la canal de al menos 115 kg), *Verde* (n = 24) (cerdos con al menos 50 % de raza ibérica criados en sistemas extensivos o intensivos al aire libre y alimentados con piensos comerciales y/o bellotas y hierba, con una edad al sacrificio de al menos 12 meses y un peso de la canal de al menos 115 kg) y *Blanca* (n = 16) (cerdos con al menos 50 % de raza ibérica criados en intensivos y alimentados exclusivamente con piensos comerciales, con una edad al sacrificio de al menos 10 meses y un peso de la canal de al menos 115 kg) (Tabla 1) de acuerdo a la actual Norma de Calidad del ibérico (BOE, 2014). Las piezas cárnica de cada una de las categorías comerciales anteriormente mencionadas procedían de un mismo lote de animales y explotación.

El proceso tecnológico de curación fue llevado a cabo en la industria anteriormente citada, de acuerdo a las prácticas habituales del sector y similar para las cuatro categorías comerciales; los cortes de *presa* ibérica se condimentaron con una mezcla de sal (2,5 %), especias, conser-

Tabla 1. Distribución de muestras del *lomito* ibérico de acuerdo a la forma de presentación del producto y categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (músculo *Serratus ventralis*).
 Table 1. Distribution of samples of Iberian *lomito* according to the format of the product and commercial categories of the fresh meat used for its manufacture (*Serratus ventralis* muscle).

Formato producto	Total de muestras		Categoría comercial															
			Negra				Roja				Verde				Blanca			
	n	Cal.	n	Cal.	Val.	n	Cal.	Val.	n	Cal.	Val.	n	Cal.	Val.	n	Cal.		
Pieza entera con piel	88	69	19	24	19	5	24	19	5	24	19	5	24	19	5	16	12	4
Loncheado sin envase	184	147	37	44	35	9	50	40	10	50	40	10	50	40	10	40	32	8
Loncheado con envase	184	147	37	44	35	9	50	40	10	50	40	10	50	40	10	40	32	8

n = número de muestras; Cal. = Calibración; Val. = Validación.

vantes y estabilizadores autorizados (0,9 %); E-250 (nitrito de sodio), E-252 (nitrato de potasio), y E-320 (Butilhidroxianisol), E-321 (Butilhidroxitoluol) y E-301 (ascorbato de sodio). Posteriormente se almacenaron a 4 °C durante 48 h en oscuridad para que la mezcla de condimentos penetrara en la carne. Seguidamente se embutieron en tripas de colágeno de 10 cm de diámetro y se sometieron al proceso tecnológico de curación que consistió en dos etapas; durante los primeros 30 días se mantuvieron a 4 °C y una humedad relativa superior al 75 %, mientras que el resto del tiempo la temperatura se incrementó progresivamente de 10 °C a 16 °C y la humedad relativa osciló entre el 60 % y el 65 %. La duración total del proceso fue de 64 días. El peso medio fue de 280,62 ± 47,97; 307,93 ± 31,84; 331,50 ± 23,31 y 334,15 ± 42,49 para los *lomitos* curados procedentes de las presas de las categorías *Negra*, *Roja*, *Verde* y *Blanca*, respectivamente.

A continuación, los *lomitos* fueron loncheados en lonchas de 1 mm de grosor (EDENOX Tipo CGSP-300/2017), distribuidas homogéneamente por categoría en bandejas de 100 g y envasados al vacío (EGARVAC, mod. MAXI. Vacarisse-Barcelona, España), utilizando film de polietileno (PE) laminado (permeabilidad al O₂, 9,3 ml O₂/m²/24 h a 4 °C) de bajo gramaje; 46 g/m² (Cryovac® ©Sealed Air 2018 – ®™ ODP4005 BAG). Un total de 184 envases fueron obtenidos (*Negra*, n = 44; *Roja*, n = 50; *Verde*, n = 50 y *Blanca*, n = 40) (Tabla 1).

Adquisición de datos espectrales

Los espectros NIRS se tomaron con el espectrofotómetro LabSpec 2500 (ASD Inc., EE.UU.) equipado con una sonda de contacto de fibra óptica ASD (diámetro de ventana de 21 mm), en varias formas de presentación del producto; pieza entera curada con tripa, producto loncheado y producto loncheado y en-

vasado al vacío con un plástico de bajo gramaje (Figura 1). Para el caso de pieza entera, el instrumento se calibró tomando un espectro de referencia sobre una placa de cerámica cubierta con la misma tripa con la que los *lomitos* fueron embuchados como referencia (blanco) antes de la adquisición de los espectros. De igual forma, para la toma de los espectros en el producto loncheado y envasado, la placa de cerámica fue cubierta con el mismo plástico que el utilizado para el

envase, ya que en este caso el objetivo fue predecir la categoría comercial en envase sin abrir. En cambio, para la toma de los espectros en el loncheado sin envasar, el blanco fue realizado directamente sobre la placa de cerámica. Se adquirió un espectro (que fue una media de 50 scans) en el rango de 1000 nm a 1800 nm (resolución espectral de 1 nm) por muestra mediante contacto directo de la sonda de fibra óptica ASD con la muestra (Figura 1) (pieza entera curada con tripa,

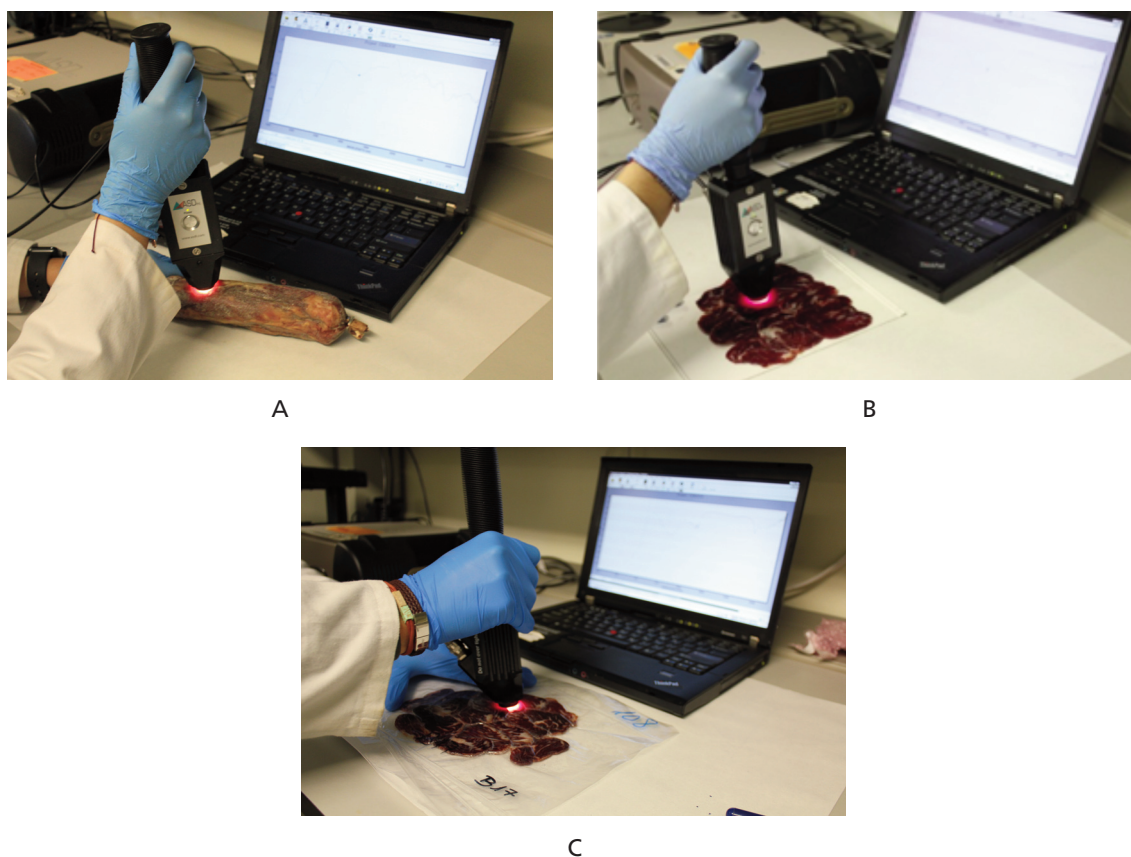


Figura 1. Toma de espectro NIR con el instrumento Labspec 2500 (ASD Inc., EE.UU) equipado con fibra óptica de contacto ASD (21 mm de diámetro) en pieza entera con tripa (A), producto loncheado (B) y producto loncheado y envasado al vacío en plástico de bajo gramaje (C).

Figure 1. NIR spectra acquisition using the Labspec 2500 instrument (ASD Inc., EE.UU) equipped with ASD contact fibre optics (21 mm diameter) on whole piece with casing (A), sliced product (B) and sliced and vacuum-packed product with low grammage plastic (C).

producto loncheado o producto loncheado y envasado al vacío con un plástico de bajo gramaje). Dicho rango es donde se encuentra la información más útil (mayor relación señal/ruido), tal y como señalan otros estudios en productos cárnicos similares realizados con el mismo espectrofotómetro (Ortiz et al., 2021a; Tejerina et al., 2021a) o con otro equipo como el MicroNIR™ 1700 (Cáceres-Nevado et al., 2021). Para el caso de la pieza entera, el espectro fue tomado haciendo un barrido por toda la superficie del *lomito* (limpia y sin restos de moho de la curación), mientras que en el caso de la muestra loncheada sin y con envase, el espectro se tomó haciendo zigzag sobre la superficie de la muestra. En todos los casos el objetivo fue recoger la máxima variabilidad y minimizar el error de muestreo. La información espectral fue recogida como reflectancia. La monitorización del instrumento y la manipulación espectral inicial se llevaron a cabo con el paquete de software Indico™ Pro (Analytical Spectral Device-ASD Inc., Boulder, CO).

Del total de las 88 piezas de *lomito* ibérico, un 80 % aproximadamente fueron seleccionados aleatoriamente y utilizados para la construcción de los modelos de clasificación –set de calibración– (n = 69), mientras que el resto de las piezas fue utilizada posteriormente para la validación de los modelos –set de validación externa– (n = 19). Ambos conjuntos de muestras fueron loncheados y envasados por separado para mantener la independencia de ambos sets en las formas de presentación del producto de loncheado y loncheado y envasado al vacío con un plástico de bajo gramaje (Tabla 1).

El análisis de componentes principales (ACP) de los espectros pertenecientes al set de calibración de cada grupo de muestras (pieza entera con tripa, loncheado y loncheado con envase) reveló gráficamente los casos que mostraron un comportamiento anómalo. El criterio de eliminación de éstos fue la distan-

cia de la muestra al centro de la población espectral mayor que tres veces la distancia media (Shenk y Westerhaus, 1995).

Desarrollo de los modelos de clasificación

El análisis quimiométrico y desarrollo de los modelos de clasificación de los *lomitos* ibéricos de acuerdo a las categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (*Negra, Roja, Verde y Blanca*) y en las distintas formas de presentación (pieza entera curada con tripa, producto loncheado, y producto loncheado y envasado al vacío con un plástico de bajo gramaje), se realizó con el software Unscrambler X vs 10.5 (CAMO® Trondheim, Noruega) sobre el conjunto de muestras de calibración a partir del algoritmo de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA). Se trata de un método de clasificación supervisado que trata de correlacionar las variaciones espectrales con las clases definidas; categorías comerciales *Negra, Roja, Verde y Blanca*, tratando de maximizar la covarianza entre ellas. En este enfoque, las variables dependientes (categorías de calidad) actúan como variables “ficticias” (Naes et al., 2002) ya que no son continuas, como en el análisis cuantitativo. Así, se asigna el valor de 1 a las muestras que pertenecen a la categoría objetivo que hay que discriminar del resto de categorías que toman el valor 0. Esto por tanto permite utilizar el algoritmo de mínimos cuadrados parciales en casos cualitativos. Las variables latentes (LVs) se eligieron en función del menor error de la validación cruzada mediante el método “leave-one-out”.

Los modelos fueron desarrollados utilizando los datos espectrales originales (reflectancia) así como tras determinados pretratamientos espectrales de forma individual o bien en combinación. Así, para la corrección de fenómenos de dispersión se utilizó la Variable Normal Estándar (SNV) y la Desviación de la tenden-

cia (DE). Éstos se basan en un análisis de regresión haciendo uso de un polinomio de segundo grado, tomando como variables dependientes los valores espectrales mientras que las independientes vienen dadas por las longitudes de onda, corrigiendo los efectos debidos a la curvatura de la línea de base (Barnes et al., 1989). Además, como tratamientos matemáticos se probaron dos derivadas de Savitzky-Golay; una primera derivada con 4 puntos de suavizado en los lados izquierdo y derecho (núcleo simétrico), y primer orden polinómico (1,4,4,1), y una segunda derivada con 5 puntos de suavizado en ambos lados, y segundo orden polinómico (2,5,5,2) (Savitzky y Golay, 1964).

Posteriormente, los mejores modelos, elegidos sobre la base del valor más alto del coeficiente de determinación de validación cruzada (1-VR), menor error cuadrático medio tras la validación cruzada (RMSECV) y menor número de LVs, así como menor grado de pretratamiento de la información espectral, se validaron en los conjuntos de muestras pertenecientes a los sets de validación externa. Estas validaciones fueron evaluadas través de los siguientes parámetros:

- Sensibilidad (SE), definida como la proporción de las muestras de una categoría determinada que el modelo atribuye correctamente a dicha categoría (Oliveri et al., 2018);

$$SE (\%) = \frac{VP}{VP + FN}$$

- Especificidad (SP), definida como la proporción de las muestras que no pertenecen a la categoría objetivo y son correctamente rechazadas (Oliveri et al., 2018);

$$SP (\%) = \frac{VN}{VN + FP}$$

- Precisión en la clasificación (Precisión), definida como el porcentaje de muestras correctamente clasificadas durante en la validación externa (Cáceres-Nevedo et al., 2021);

$$\text{Precisión } (\%) = \frac{VN + VP}{VN + VP + FN + FP}$$

- Coeficiente de correlación de Matthews (MCC) (Matthews, 1975);

$$MCC = \frac{(VP \times VN - FP \times FN)}{\sqrt{(VP + FN)(VP + FP)(VN + FN)(VN + FP)}}$$

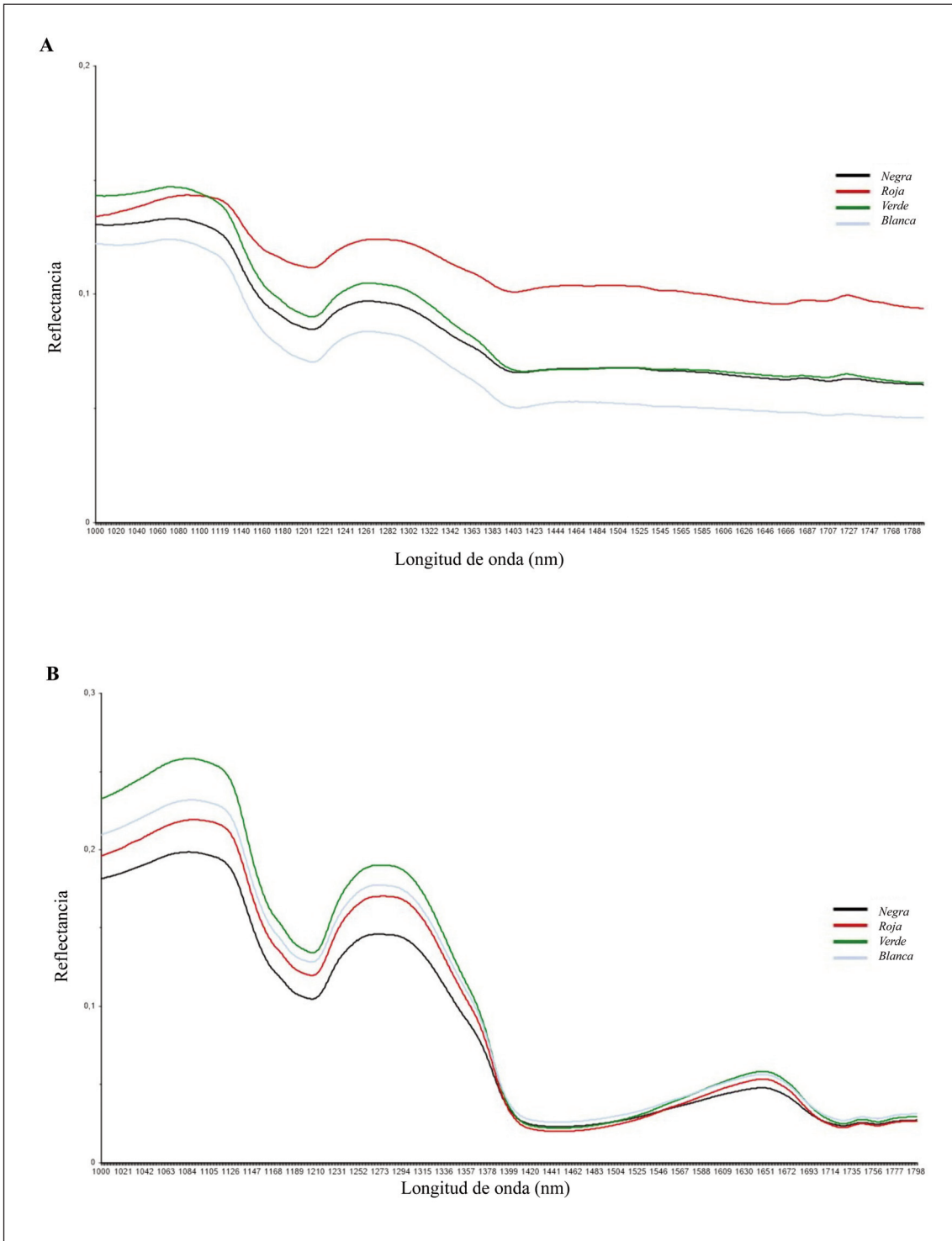
donde VP = verdaderos positivos, VN = verdaderos negativos, FP = falsos positivos y FN = falsos negativos obtenidos en validación.

Respecto al estadístico MCC, un valor de 1 indica una predicción perfecta; -1 representa un desacuerdo total entre la predicción y los valores reales; y 0 significa "no mejor que una predicción aleatoria" (Boughorbel et al., 2017; Cáceres-Nevedo et al., 2021).

Resultados y discusión

Información espectral

Los espectros medios en reflectancia del conjunto de muestras del set de calibración agrupados de acuerdo a las varias categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (Negra, Roja, Verde y Blanca) en el rango comprendido entre 1000 nm y 1800 nm están representados en la Figura 2. La obtención de espectros de alta calidad es esencial para la construcción de modelos discriminativos fiables que permitan clasificar las muestras en función de las distintas categorías comerciales. En el rango espectral representado en la Figura 2 se puede observar una elevada relación entre señal/ruido, lo que permitiría obtener información espectral útil para la construcción de modelos predictivos.



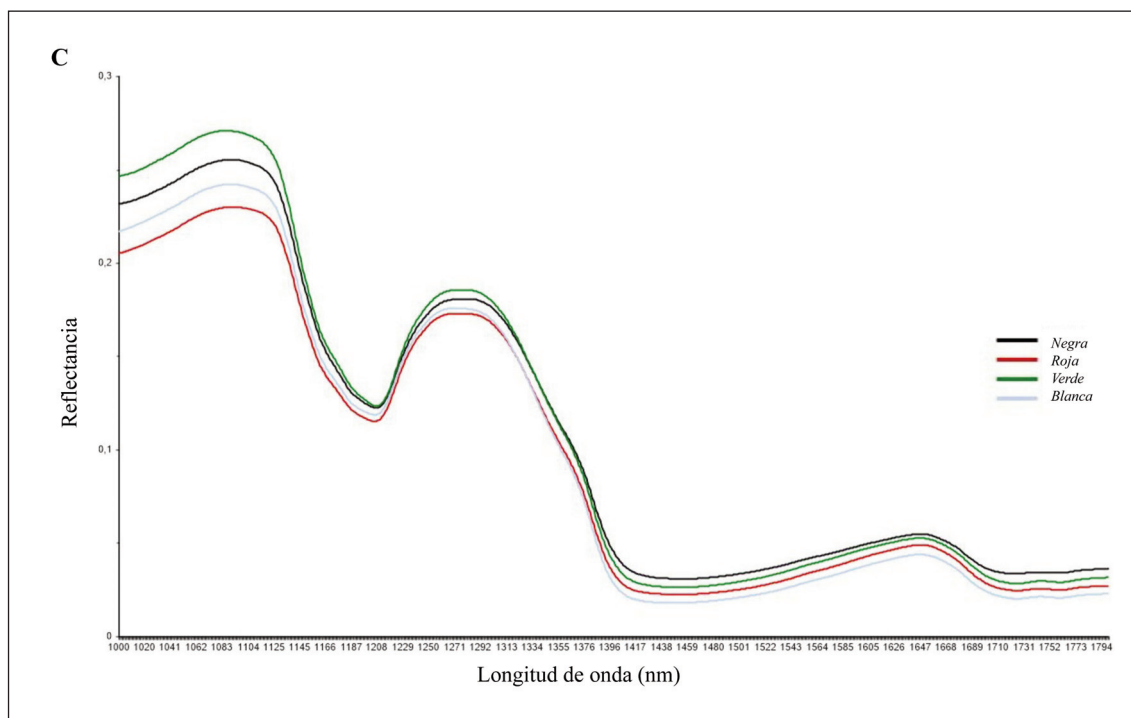


Figura 2. Espectros NIR medios (reflectancia) del set de calibración agrupados de acuerdo a las categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (músculo *Serratus ventralis*): Negra, Roja, Verde y Blanca tomados en pieza entera (A), producto loncheado (B) y producto loncheado y envasado al vacío en plástico de bajo gramaje (C), en el rango comprendido entre 1000 nm y 1800 nm.

Figure 2. Average NIR spectra (reflectance) of the calibration set grouped according to the commercial categories of the raw meat used for its manufacture (*Serratus ventralis* muscle): Black, Red, Green and White taken in whole piece (A), sliced product (B) and sliced and vacuum-packed product with low gram-mage plastic (C), in the range between 1000 nm and 1800 nm.

En términos generales, los espectros medidos en el producto loncheado sin y con envase se ajustaron a una forma similar con independencia de la categoría comercial, presentando los mismos picos, los cuales se situaron en torno a las longitudes de onda de 1080 nm, 1260 nm y 1650 nm (Figuras 2B y 2C). Además, se observaron diferencias en la intensidad de reflectancia entre los espectros medios de las distintas categorías comerciales principalmente a estas longitudes de onda. Los espectros obtenidos en este estudio a partir del *lomo* ibérico fueron similares, en forma y valores de reflectancia, a los obteni-

dos en lomo ibérico curado en formato loncheado y envasado (en atmósfera modificada con una proporción de gases de 70 % N_2 y 30 % CO_2 (Ortiz et al., 2021a). En cuanto a los espectros medios por categorías tomados en la pieza entera con tripa, se observó un ligero cambio de tendencia entre los espectros medios de las categorías Verde y Roja en torno a los 1100 nm, donde llegan a cruzarse. Por otra parte, también se observaron unos picos en torno a los 1080 nm y 1260 nm (Figura 2A), aunque menos definidos que en los espectros obtenidos a partir del producto loncheado (sin y con envase).

Desarrollo y validación de los modelos PLS-DA para la clasificación del lomito ibérico de acuerdo a las categorías comerciales

Los estadísticos de calibración de los mejores modelos de calibración desarrollados para la clasificación del *lomito* ibérico de acuerdo a las varias categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (*Negra, Roja, Verde y Blanca*), junto con los resultados de clasificación de sus validaciones están recogidos en la Tabla 2.

En primer lugar, el mejor modelo en el formato de pieza entera con tripa fue obtenido con los espectros en bruto, es decir; en reflectancia. Este modelo obtuvo valores de 1-VR comprendidos entre 0,717 y 0,881. Cuando este modelo fue validado, la SE fue del 100 % para todas las categorías comerciales, mientras que la SP se mantuvo con valores por encima del 78 %, dando lugar a los mejores resultados en la predicción de la categoría comercial, con más del 92 % de las muestras en el set de validación externa correctamente clasificadas. Además, también se utilizó el estadístico MCC para valorar el rendimiento del modelo, el cual es más acertado cuando el número de muestras en las distintas clases no es el mismo (Boughorbel et al., 2017; Cáceres-Nevado et al., 2021). Este índice tiene un buen rendimiento cuando el modelo predictivo obtiene buenos resultados en todas las categorías. Así el MCC para el mejor modelo obtenido en pieza entera fue de 0,82 (Tabla 2), lo que sugiere una elevada capacidad predictiva del modelo (Boughorbel et al., 2017; Cáceres-Nevado et al., 2021). Por otra parte, los pretratamientos SNV seguido de DE en combinación con la primera derivada (SNV-DE SG 1,4,4,1) y SG 1,4,4,1 fueron necesarios para obtener los mejores modelos clasificatorios en el producto loncheado sin y con envase, respectivamente (Tabla 2). Tras el loncheado sin y con envase al vacío con el plástico de bajo gramaje, los modelos mantuvieron los índices estadísticos en calibración

(1-VR, RMSECV) sin cambios sustanciales con respecto al modelo obtenido a partir de la pieza entera. Tras la validación, estos modelos obtuvieron un menor porcentaje de muestras correctamente clasificadas, especialmente el obtenido en el producto loncheado y envasado, con un 79,23 %. También en éste se observó un descenso marcado del índice MCC, explicado por el bajo valor de SE en los envases de etiqueta *Blanca* (37,50 %). No obstante, el valor de SP fue elevado para todas las categorías comerciales y en todas las formas de presentación del producto. El poder discriminar correctamente muestras que no pertenecen a una determinada categoría es de especial relevancia desde el punto de vista comercial, principalmente para las categorías *Negra* y *Roja*. Los productos procedentes de animales acabados en *Montanera*, y por tanto comercializados bajo estas dos categorías, son los más apreciados por los consumidores (Díaz-Caro et al., 2019) y alcanzan los precios más altos del mercado. En consecuencia, estas categorías podrían estar más expuestas a prácticas fraudulentas, especialmente una vez que son loncheados. Los resultados de este estudio podrían proveer las bases para garantizar la trazabilidad de los productos ibéricos, incluso cuando el producto ya está loncheado y envasado.

La capacidad para clasificar el *lomito* ibérico de acuerdo a la categoría comercial podría estar asociada a las diferencias observadas en la intensidad de absorción, especialmente en los principales picos anteriormente mencionados; alrededor de los 1080 nm, 1260 nm y 1650 nm de longitud de onda, los cuales estuvieron principalmente definidos en los espectros tomados en el producto loncheado (Figura 2). Estas longitudes de onda han sido asociadas a combinaciones del tercer, segundo y primer sobretono de los enlaces carbono e hidrógeno, respectivamente (Murray y Williams, 1987; Barbin et al., 2014), que son la base de las cadenas de hidrocarburos de los ácidos grasos, así como de compuestos

Tabla 2. Índices estadísticos del mejor modelo obtenido mediante PLS-DA para la clasificación del *Iomito* de acuerdo a las categorías comerciales de la carne fresca utilizada para su elaboración (músculo *Serratus ventralis*).
 Table 2. PLS-DA results of the best prediction model obtained for the classification of Iberian *Iomito* according to the commercial categories of the fresh meat used for its manufacture (*Serratus ventralis muscle*).

Toma del espectro NIR	Pre-tratamiento	n	Variables latentes (LV)	Categorías comerciales	Validación cruzada			Validación externa		
					1-VR	RMSECV	SE (%)	SP (%)	Precisión (%)	MCC
Pieza entera con piel	Reflectancia	69	10	Negra	0,792	0,207	100,00	100,00	92,11	0,82
				Roja	0,881	0,156	100,00	78,57		
				Verde	0,717	0,241	100,00	78,57		
				Blanca	0,812	0,167	100,00	100,00		
Loncheado sin envase	SNV-DE SG 1,4,4,1	147	12	Negra	0,864	0,172	77,78	82,14	90,54	0,74
				Roja	0,907	0,146	90,00	100,00		
				Verde	0,816	0,208	90,00	85,19		
				Blanca	0,618	0,150	100,00	96,55		
Loncheado con envase	SG 1,4,4,1	147	12	Negra	0,730	0,222	77,78	82,14	79,23	0,47
				Roja	0,698	0,246	70,00	88,89		
				Verde	0,728	0,234	80,00	88,89		
				Blanca	0,588	0,267	37,50	75,86		

n = número de muestras; SNV = Variable Normal Estándar; DE = Desviación de la tendencia; SG = derivadas de Savitzky-Golay; una primera derivada con 4 puntos de suavizado en los lados izquierdo y derecho (núcleo simétrico) y primer orden polinómico; 1-VR = coeficiente de determinación; RMSECV = error cuadrático medio tras la validación cruzada; SE = sensibilidad; SP = especificidad; MCC = coeficiente de correlación de Mathews.

antioxidantes lipídicos como el alfa y gamma tocoferol. Por tanto, las diferencias en absorción de energía en dichas longitudes de onda (Figura 2) podrían ser reflejo de las variaciones en el perfil lipídico y antioxidante del *lomito* entre las categorías estudiadas, puestas de manifiesto en estudios recientes en productos ibéricos curados tales como el lomo (García-Torres et al., 2021), jamón (Ramírez et al., 2021) y chorizo (García-Torres et al., 2021). Fernández-Cabanás et al. (2011) utilizaron bandas localizadas alrededor de 1210 nm para determinar el perfil de ácidos grasos de salchichón y chorizo ibéricos mediante tecnología NIRS. Posteriormente, Pérez-Marín et al. (2021) reportaron que regiones características de las bandas de absorción de los enlaces carbono e hidrógeno, permitirían discriminar entre canales de cerdo ibérico de acuerdo al régimen alimenticio del animal (bellota vs. pienso). Por lo tanto, la capacidad de clasificación entre categorías (la cual es una combinación de la pureza racial, manejo y régimen alimenticio del animal), podría atribuirse a diferencias espectrales, especialmente en las longitudes de onda donde se encuentran las mayores diferencias en la intensidad de la reflectancia.

En cuanto a la literatura científica relativa a la obtención de modelos cualitativos a partir de la tecnología NIRS para discriminar entre las categorías comerciales definidas por la actual Norma de Calidad del ibérico o bien de acuerdo a otras designaciones comerciales recogidas en anteriores marcos normativos es inexistente en producto curado y en formato de pieza entera. No obstante, Horcada et al. (2020) obtuvieron una elevada capacidad predictiva de la categoría comercial (*Negra, Roja, Verde y Blanca*) en carne fresca (músculo *psaos major*), con más de un 60 % de precisión en la clasificación tras la validación del mejor modelo de predicción. La menor precisión en la clasificación obtenida en el trabajo anterior con respecto a los resultados obtenidos para el *lomito* ibérico en el pre-

sente trabajo (Tabla 2) podría ser explicada por varios factores. En primer lugar, la mayor homogeneidad de los espectros en producto curado debido a la menor interferencia del agua en éste con respecto a la carne fresca. En segundo lugar, Horcada et al. (2020) utilizaron un número de muestras superior al del presente trabajo, recogiendo éstas además una mayor variabilidad de la población al proceder de animales de distintos lotes de sacrificio, años productivos y mataderos. Esta mayor variabilidad dentro de cada categoría podría haber conducido a un descenso en la capacidad discriminante.

Por otra parte, recientes estudios han aplicado la tecnología NIRS en combinación con PLS-DA a embutidos tales como salchichón y chorizo ibéricos, en formatos loncheados y envasados en atmósfera modificada (70 % N₂ 30 % CO₂), para clasificarlo de acuerdo a varias categorías comerciales del magro y grasa utilizados para su elaboración (*Negra, Roja y Blanca*) (Ortiz et al., 2021a,b). Estos autores obtuvieron tras la validación de dichos modelos valores de SE inferiores pero similares de SP a los obtenidos en el presente estudio. En esta misma línea, Tejerina et al. (2021a) también demostraron la posibilidad de garantizar la autenticidad de la categoría comercial (*Negra, Roja y Blanca*) del lomo ibérico curado, también en formato loncheado y envasado en atmósfera modificada (70 % N₂ 30 % CO₂), a través de la tecnología NIRS en combinación con PLS-DA. El presente estudio incorpora la posibilidad de clasificar un nuevo producto, como es el *lomito*, en otro tipo de envase y material plástico, demostrando que éstos últimos no constituyen una limitación para la aplicación de la tecnología NIRS al control de la trazabilidad de los productos ibéricos curados en formatos loncheados y envasados. Además, este estudio aborda por primera vez la posibilidad de autenticación-clasificación de productos curados bajo el amparo de la categoría *Verde*. Esta categoría no había sido considerada

hasta el momento, debido a la gran variabilidad en las características físico químicas y nutricionales que presentan los productos (Díaz-Caro *et al.*, 2019), resultado de la variabilidad en las condiciones de producción a la que están sujetos los animales de los que proceden (BOE, 2014). Esto supone por tanto un reto tecnológico y un avance para el sector ibérico, en cuanto a herramientas rápidas y no destructivas para el control de calidad de los productos curados.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la tecnología NIRS en combinación con PLS-DA podría ser una herramienta rápida y fiable para clasificar el *lomo* ibérico de acuerdo a las categorías comerciales de la carne fresca (músculo *Serratus ventralis*) utilizada para su elaboración definidas en el actual marco normativo del ibérico. Respecto a los varios formatos de presentación del producto, el formato de pieza entera es especialmente recomendado para conseguir la mejor capacidad predictiva de la categoría comercial.

Estos resultados comprenden las últimas aplicaciones de la tecnología NIRS en nuevos productos cárnicos curados y tipos de envases, pudiendo servir de base para la generación de conocimientos sobre modelos quimiométricos cualitativos en este tipo de productos y para los potenciales usuarios de la tecnología NIRS. Sin embargo, estos resultados deben entenderse como un estudio preliminar, y en el que sería necesario ampliar la población muestral, con piezas procedentes de animales de distintas explotaciones, y elaboradas en distintas campañas e industrias. Esto proporcionaría la variabilidad suficiente para garantizar la robustez de los modelos obtenidos antes de su aplicación para asegurar la trazabilidad a nivel de industria y canales de distribución.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), subvención número CCESTRIBER03.

Referencias bibliográficas

- Barbin DF, Felicio ALSM, Sun DW, Nixdorf SL, Hirooka EY (2014). Application of infrared spectral techniques on quality and compositional attributes of coffee: An overview. *Food Research International* 61: 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.005>.
- Barnes RJ, Dhanoa MS, Lister SJ (1989). Standard normal variate transformation and de-trending of near-infrared diffuse reflectance spectra. *Applied Spectroscopy* 43(5): 772-777. <https://doi.org/10.1366/0003702894202201>.
- BOE (2014). Real Decreto 4/2014 de 10 de enero por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 10, de 11 de enero de 2014, 16 pp.
- Boughorbel S, Jarray F, El-Anbari M (2017). Optimal classifier for imbalanced data using Matthews Correlation Coefficient metric. *PLOS ONE* 12(6): e0177678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177678>.
- Cáceres-Nevado JM, Garrido-Varo A, De Pedro-Sanz E, Tejerina-Barrado D, Pérez-Marín DC (2021). Non-destructive Near Infrared Spectroscopy for the labelling of frozen Iberian pork loins. *Meat Science* 175: 108440. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108440>.
- Contador R, Ortiz A, Ramírez MR, García-Torres S, López-Parra MM, Tejerina D (2021). Physicochemical and sensory qualities of Iberian sliced dry-cured loins from various commercial categories and the effects of the type of packaging and refrigeration time. *LWT* 141: 110876. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110876>.
- Díaz-Caro C, García-Torres S, Elghannam A, Tejerina D, Mesias FJ, Ortiz A (2019). Is production system a relevant attribute in consumers' food

- preferences? The case of Iberian dry-cured ham in Spain. *Meat Science* 158: 107908. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107908>.
- Fernández-Cabanás VM, Polvillo O, Rodríguez-Acuña R, Botella B, Horcada A (2011). Rapid determination of the fatty acid profile in pork dry-cured sausages by NIR spectroscopy. *Food Chemistry* 124(1): 373-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.031>.
- García-Gudiño J, Blanco-Penedo I, Gispert M, Brun A, Perea J, Font-i-Furnols M (2021). Understanding consumers' perceptions towards Iberian pig production and animal welfare. *Meat Science* 172: 108317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108317>.
- García-Torres S, Contador R, Ortiz A, Ramírez R, López-Parra M, Tejerina D (2021). Physico-chemical and sensory characterization of sliced Iberian *chorizo* from raw material of three commercial categories and stability during refrigerated storage packaged under vacuum and modified atmospheres. *Food Chemistry* 354: 129490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129490>.
- Horcada A, Valera M, Juárez M, Fernández-Cabanás VM (2020). Authentication of Iberian pork official quality categories using a portable near infrared spectroscopy (NIRS) instrument. *Food Chemistry* 318: 126471. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126471>.
- ICEX (2019). España Exportación e Inversiones. Madrid, España. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/index.html>. (Consultado: 27 de abril 2022).
- Lorido L (2016). Evaluación sensorial de productos cárnicos derivados del cerdo ibérico: aplicación de técnicas dinámicas y descriptivas rápidas. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- Matthews BW (1975). Comparison on the predicted and observed secondary structure of T4 phage lysozyme. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure* 405(2): 442-451. [https://doi.org/10.1016/0005-2795\(75\)90109-9](https://doi.org/10.1016/0005-2795(75)90109-9).
- Murray I, Williams PC (1987). Chemical principles of near-infrared technology. En: *Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries* (Eds. Williams, P. C. and Norris, K.) pp. 17-34, American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN.
- Naes T, Isaksson T, Fearn T, Davies T (2002). A user-friendly guide to multivariate calibration and classification. NIR publications, Chichester, UK.
- Oliveri P, Malegori C, Casale M (2018). Multivariate Classification Techniques. En: *Encyclopedia of Analytical Science* 3rd ed. (Ed. Worsfold P, Townshend A, Poole C, Miro M), pp. 481-486, Elsevier, Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14239-8>.
- Ortiz A, León L, Contador R, Tejerina D (2021a). Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) as a tool for classification of pre-sliced iberian *salchichón*, modified atmosphere packaged (MAP) according to the official commercial categories of raw meat. *Foods* 10(8): 1865. <https://doi.org/10.3390/foods10081865>.
- Ortiz A, León L, Contador R, Tejerina D (2021b). Potential use of Near Infrared Spectroscopy (NIRS) to categorise *chorizo* sausages from iberian pigs according to several quality standards. *Applied Sciences* 11(23): 11379. <https://doi.org/10.3390/app112311379>.
- Pérez-Marín D, Fearn T, Riccioli C, De Pedro E, Garrido A (2021). Probabilistic classification models for the *in situ* authentication of iberian pig carcasses using near infrared spectroscopy. *Talanta* 222: 121511. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121511>.
- Pugliese C, Sirtori F (2012). Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds. *Meat Science* 90: 511-518. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.019>.
- Ramírez R, Contador R, Ortiz A, García-Torres S, López-Parra MM, Tejerina D (2021). Effect of breed purity and rearing systems on the stability of sliced Iberian dry-cured ham stored in modified atmosphere and vacuum packaging. *Foods* 10(4): 730. <https://doi.org/10.3390/foods10040730>.
- Savitzky A, Golay MJE (1964). Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. *Analytical Chemistry* 36(8): 1627-1639. <https://doi.org/10.1021/ac60214a047>.

- Shenk JS, Westerhaus MO (1995). Routine operation, calibration, development and network system management manual. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring, MD 20904, PN IS-0119.
- Tejerina D, García-Torres S, Cabeza De Vaca M, Vázquez FM, Cava R (2012). Effect of production system on physical-chemical, antioxidant and fatty acids composition of *Longissimus dorsi* and *Serratus ventralis* muscles from Iberian pig. Food Chemistry 133: 293-299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.025>.
- Tejerina D, Contador R, Ortiz A (2021a). Near infrared spectroscopy (NIRS) as tool for classification into official commercial categories and shelf-life storage times of pre-sliced modified atmosphere packaged Iberian dry-cured loin. Food Chemistry 356: 129733. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129733>.
- Tejerina D, León L, García-Torres S, Sánchez M, Ortiz A (2021b). Quality traits of *montanera* Iberian dry-cured *lomo* as affected by pre-cure freezing practice. Foods 10(7): 1511. <https://doi.org/10.3390/foods10071511>.
- (Aceptado para publicación el 27 de abril de 2022)

La gonadotropina coriónica equina (eCG) modifica los niveles de testosterona, pero no la actividad reproductiva, en toros Holstein durante invierno

Rogelio A. Ledezma-Torres¹, Fernando Sánchez-Dávila^{1,*}, Carlos Luna-Palomera² y José F Vázquez-Armijo³

¹ Posgrado Conjunto FA-FMVZ, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, 66050 Cd Gral. Escobedo, Nuevo León, México

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, 86280, Villahermosa, Tabasco, México

³ Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, Km. 67,5 Carr. Fed. Toluca-Tejupilco, 51300, Temascaltepec, México

Resumen

El objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre las concentraciones de testosterona, comportamiento sexual y la calidad seminal en toretes jóvenes Holstein. Se seleccionaron 21 toretes de 12 ± 3 meses de edad y de 350 ± 17 kg de peso vivo. Los mismos fueron adjudicados a tres siguientes tratamientos: T1 = 500 UI de eCG ($n = 7$); T2 = 1000 UI de eCG ($n = 7$) y T3 = Control (suero salino; $n = 7$). La administración de eCG se realizó semanalmente durante las ocho semanas que duró el experimento. Hubo efecto del tratamiento ($p < 0,05$) sobre la concentración de testosterona, siendo superior para los toretes que recibieron 500 UI de eCG, seguidos por los que recibieron 1000 UI de eCG. Se presentó solamente una tendencia ($p = 0,09$) del efecto de la eCG sobre el número de montas, siendo superior para los toretes que se les aplicó 500 UI ($2,78 \pm 0,35$) y 1000 UI ($3,29 \pm 0,35$) en comparación con el grupo control ($2,23 \pm 0,32$). Para el efecto de la semana de aplicación de la eCG, se observó efecto ($p < 0,05$) sobre cada una de las variables del comportamiento sexual, a excepción para el tiempo de reacción a la primera, segunda y tercera monta. En conclusión, la aplicación de eCG incrementó la concentración de testosterona, pero sin afectar la actividad sexual y calidad seminal en toretes jóvenes durante la época de invierno.

Palabras clave: Circunferencia escrotal, comportamiento sexual, calidad seminal, toros leche, hormona gonadotropina.

The equine chorionic gonadotropin (eCG) modifies testosterone levels, but not reproductive activity in Holstein bulls during winter

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of the hormone equine chorionic gonadotropin (eCG) on testosterone concentrations, sexual behavior and seminal quality in young Holstein

* Autor para correspondencia: fernando.sanchezdv@uanl.edu.mx

Cita del artículo: Ledezma-Torres RA, Sánchez-Dávila F, Luna-Palomera C, Vázquez-Armijo JF (2023). La gonadotropina coriónica equina (eCG) modifica los niveles de testosterona, pero no la actividad reproductiva, en toros Holstein durante invierno. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(2): 139-148.

<https://doi.org/10.12706/itea.2022.013>

bulls. Twenty-one bulls of 12 ± 3 months of age and 350 ± 17 kg of live weight were selected. They were assigned to the following three treatments: T1 = 500 IU of eCG ($n = 7$); T2 = 1000 IU of eCG ($n = 7$) and T3 = Control (saline; $n = 7$). The administration of eCG was performed weekly during the period that the experiment lasted. There was an effect of the treatment ($p < 0.05$) on the concentration of testosterone, being higher for the bulls that received 500 IU of eCG, followed by those that received 1000 IU of eCG. There was only a trend ($p = 0.09$) of the effect of eCG on the number of mounts, being higher for bulls that received 500 IU (2.78 ± 0.35) and 1000 IU (3.29 ± 0.35) compared to the control group (2.23 ± 0.32). For the effect of the week of application of the eCG, an effect ($p < 0.05$) was observed on each of the variables of sexual behavior, except for the reaction time to the first, second, and third mating. In conclusion, the application of eCG increased the concentration of testosterone, but without affecting sexual activity and seminal quality in young bulls during the winter season.

Keywords: Scrotal circumference, sexual behavior, seminal quality, milk bulls, gonadotropin hormone.

Introducción

En toros (*Bos Taurus*) se han realizado estudios sobre los factores que alteran su comportamiento reproductivo durante el año (Mukhopadhyay et al., 2010; Singh et al., 2020), y de esta manera optimizar su desempeño mediante monta natural (Michael et al., 2019) o a mayor escala a través de la inseminación artificial (Murage e Ilatsia, 2011; Ungerfeld et al., 2021). En los centros de procesamiento de semen de ganado lechero, se presenta una gran variación sobre la calidad seminal (Murphy et al., 2018; Vincent et al., 2021) y el comportamiento sexual (Madrid-Bury et al., 2011; Romanello et al., 2018).

El uso de distintas hormonas en el manejo de la reproducción se orienta hacia la sincronización del estro y la ovulación en vacas (Murphy et al., 2018; Núñez-Olivera et al., 2018), sin embargo, esta práctica no es común en toros. En especies de reproducción estacional el uso de compuestos hormonales se ha utilizado como propuesta para el estímulo del comportamiento sexual y calidad seminal del macho dentro y fuera de la época reproductiva (Ungerfeld et al., 2017 y 2018; Beracochea et al., 2020a). El uso de análogos de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) incrementó la calidad del semen de machos cabríos fuera de la época reproductiva (Giriboni et al., 2019).

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una hormona glicoproteína que se une a receptores de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH) (Murphy, 2012). La administración de eCG fuera de la época reproductiva produjo un aumento en la concentración de testosterona y mejoró la calidad del semen (Beracochea et al., 2018). A pesar de que se incrementó la concentración de anticuerpos contra eCG, no hubo un efecto sobre el desempeño reproductivo de esos machos durante la siguiente época reproductiva (Beracochea et al., 2020b). En moruecos (*Ovis aries*) el uso de eCG estimuló el efecto macho y la actividad testicular, con dos dosis de 1000 UI de eCG se puede inducir la actividad cíclica de las ovejás (Ungerfeld et al., 2017), y con dosis de hasta 5000 UI se logró mejorar la calidad seminal en ciervos nativos (*Ozotoceros bezoarticus*) (Ungerfeld, 2013). Sin embargo, el uso de eCG en corderos Milchschaaf no mostró diferencias en el desarrollo reproductivo ni en el comportamiento sexual y calidad seminal (Ungerfeld y Bielli, 2008).

No se ha encontrado información sobre el uso de eCG en toros, sin embargo, debido a su acción en otros machos rumiantes (ovinos y caprinos) podríamos esperar al igual que en esas especies pueda estimular la libido y por lo tanto el comportamiento sexual, así como adelantar la extracción de semen de toros jó-

venas. De esta manera, el uso de eCG puede mejorar el desempeño reproductivo y la calidad del semen de toros. Por lo tanto, la hipótesis del presente estudio fue que el uso de la eCG mejorará la calidad seminal y su comportamiento sexual. Considerando que el objetivo fue comparar el efecto de dos dosis de eCG sobre los niveles de testosterona en suero sanguíneo, el comportamiento sexual y la calidad del semen de toretes Holstein.

Material y métodos

Lugar del estudio

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Reproducción Animal y en el área de bovinos productores de leche de la Unidad Académica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, N.L., México (25° 50' 34" N, 100° 04' 21" O) a una altitud de 333 m s.n.m. La temperatura media anual es de 22 °C (40 °C – 4 °C), la temporada calurosa se presenta de julio a agosto, y la temporada de lluvia de agosto a septiembre, con precipitación que fluctúa de 700 mm a 1200 mm. Durante el estudio, se presentó una temperatura promedio de 15 °C y una humedad relativa de un 47 % en enero y febrero, que fue cuando se realizó el estudio.

Animales y manejo

El manejo de los animales se realizó siguiendo las especificaciones de manejo, cuidado y uso de animales de laboratorio (Norma Oficial Mexicana NOM 062-ZOO-1999). El experimento tuvo una duración de 2 meses (enero-febrero). Se utilizaron 21 toretes Holstein, sin experiencia sexual, con una edad de 12 ± 3 meses y un peso vivo de 350 ± 17 kg. Los toretes fueron alojados en un corral de 30 m x 10 m. A cada torete se le realizó un examen clínico general, así como un examen

del aparato reproductor (testículos, epidídimo y pene) para descartar la presencia de alteraciones que pudieran afectar su capacidad reproductiva. Con base al peso vivo, los toretes fueron asignados a tres tratamientos ($n = 7$). Se administró semanalmente por vía intramuscular 500 UI de eCG (Serigan, Internacional Prode, España; T1), 1000 UI de eCG (T2) y 2 ml de solución salina fisiológica (control, T3), aplicándose 12 h previas a la colecta de semen. Los toretes se alimentaron con alimento balanceado con 14 % de proteína cruda y 2,2 Mgal/kg en base seca, con agua *ad libitum*. El alimento se le proporcionaba a libre acceso dos veces por día dentro del corral al total de los toretes. Cada semana se evaluó el desarrollo corporal mediante el registro del peso vivo (PV), con una báscula digital (W210, Gallagher, Nueva Zelanda) y se midió la circunferencia escrotal (CE) con una cinta flexible (Animeter, España).

Determinación de testosterona

Previo a la extracción de semen, y a partir de la semana -1 y hasta la semana 6, se recolectó semanalmente una muestra de sangre de cada torete por medio de punción de la vena coccígea, con un tubo vacutainer de 7 ml que contenía activador de coagulación (según Villa, 2018). La muestra se centrifugó a 2500g durante 30 min para extraer el suero y almacenarlo a -20 °C para su posterior análisis. La concentración de testosterona en el suero se realizó por el método de ELISA (kit comercial Mexlab, México). El límite inferior de detección fue de 0,2 nmol/mL y el coeficiente de variación inter- e intra-ensayo fue de 5,3 % y 3,7 %, respectivamente.

Evaluación del semen

La colecta del semen se realizó cada semana (lunes) con un electroeyaculador con sonda de 2,5" (Standard Precision Electronics, Arbiotech, USA). La colecta se realizó en tubos

cónicos de 25 ml, en el cual se evaluó el volumen del eyaculado (ml) y el color del semen: claro, lechoso y cremoso. La movilidad masal se determinó en una escala de 0 a 5 (según Santos *et al.*, 2015), para lo cual se colocó una gota de semen en un portaobjeto atemperado a 37,5 °C, y se observó a través de un microscopio con objetivo de 10x (Primo Star, Carl Zeiss). La concentración espermática se determinó con un espectrofotómetro (SDM1-photometer, Minitube, Alemania). La movilidad progresiva se evaluó en forma subjetiva por un técnico con un microscopio con el objetivo de 40x (según Santos *et al.*, 2015). En el caso del color del semen se clasificó en acuoso, cremoso y lechoso y fue realizado por el técnico en forma subjetiva (según Palmieri *et al.*, 2004).

Comportamiento sexual

Se utilizaron 2 hembras Holstein adultas (PV: 481 ± 6,7 kg), a las cuales se les administró 2 mg de benzoato de estradiol dos días antes de exponerlas a los toretes, y realizar la evaluación del comportamiento sexual el martes de cada semana. El procedimiento se llevó a cabo en dos días consecutivos a la semana, trabajando 10 y 11 machos, respectivamente. La introducción de cada torete al corral de evaluación (4 m × 4 m), se realizó en forma aleatoria cada semana. El trabajo total por día para evaluar a los toretes era de aproximadamente 5 h. La evaluación del comportamiento sexual se realizó de forma subjetiva de acuerdo con la metodología reportada por Madrid-Bury *et al.* (2011): tiempo de inicio de cortejo (s), cantidad de olfateos, cantidad de reflejos de flehmen, cantidad de acercamientos laterales, cantidad de intentos de monta, cantidad de montas, y cantidad de montas con eyaculado. Cada prueba de comportamiento sexual duró 20 min para cada torete expuesto con una hembra estrogenizada y se registraban las variables anteriormente mencionadas.

Análisis estadístico

Toda la información se analizó con el paquete estadístico SAS (2004). Las variables de comportamiento sexual que incluyeron el tiempo de inicio del cortejo (s), número de olfateos, flehmen, acercamientos laterales, intentos de monta, número de montas, montas con eyaculado, tiempo de reacción a la primera, segunda y tercera monta (s) así como la concentración de testosterona se analizaron bajo un modelo de mixto que incluyó como efectos fijos el tratamiento (0 UI, 500 UI y 1000 UI de eCG), y semana de evaluación (-1 hasta 6; medidas repetidas en el tiempo), y el efecto aleatorio de semental dentro de tratamiento. Debido a que las interacciones de primer orden no resultaron significativas se eliminaron del modelo.

Las variables de calidad seminal: movilidad masal (1-5), movilidad progresiva (%), concentración espermática, volumen de eyaculado (ml) y la circunferencia escrotal (cm) se analizaron bajo un modelo de mixto que incluyó como efectos fijos el tratamiento (0 UI, 500 UI y 1000 UI de eCG), y semana de evaluación (-1 hasta 6; medidas repetidas en el tiempo) y el efecto aleatorio de semental dentro de tratamiento. Adicionalmente se incluyeron como covariables la edad y peso de los toros. Debido a que las interacciones de primer orden no resultaron significativas se eliminaron del modelo. La variable de aspecto/color se evaluó a través de Chi-cuadrada mediante el procedimiento Freq de SAS (2004). El valor de *P* se consideró a un nivel de ≤ 0,05.

Resultados

La concentración de testosterona de toretes tratados con 500 UI de eCG fue mayor ($P < 0,0001$), seguido por los toretes con 1000 UI de eCG en comparación al tratamiento control (Figura 1). A partir de la semana cuatro disminuyó la concentración de testosterona

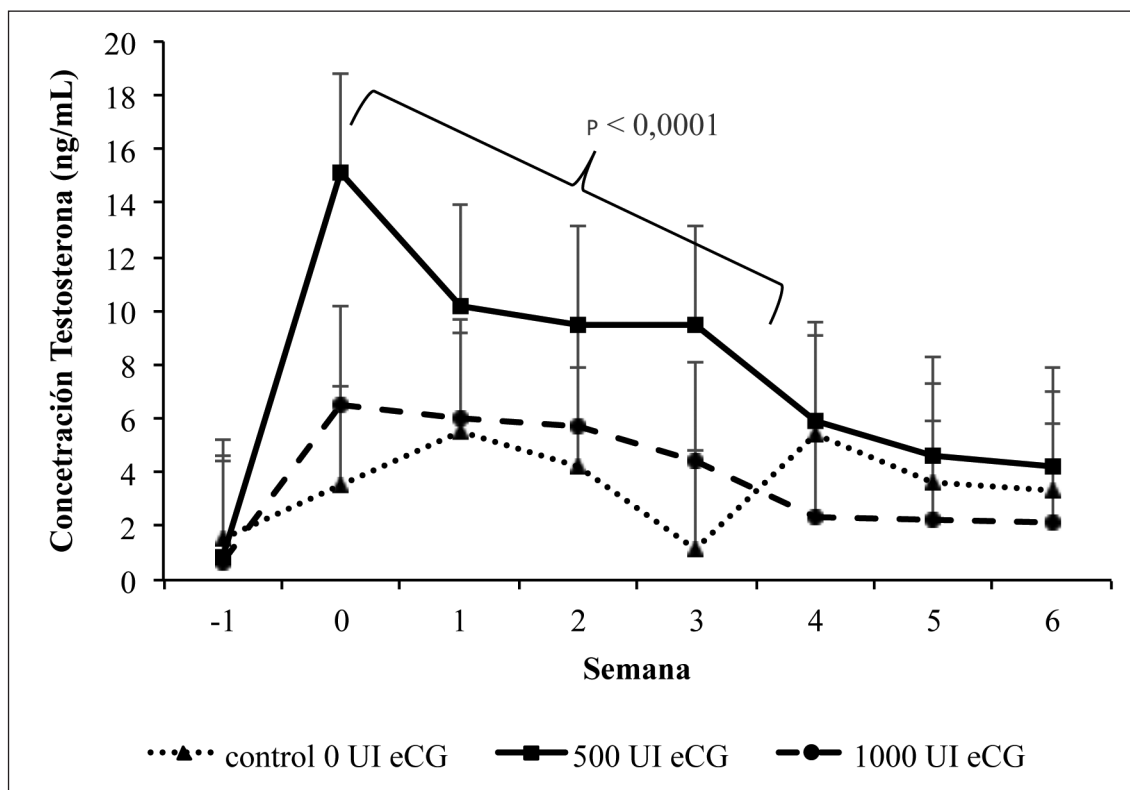


Figura 1. Concentración de testosterona en toretes Holstein jóvenes de acuerdo a la dosis administrada de eCG durante un período de 8 semanas de estudio. (Semana 0 = inicio de estudio).

Figure 1. Testosterone concentration in young Holstein bulls according to the administered dose of eCG during a period of 8 weeks of study.

para los tres tratamientos. En la tabla 1 se presentan los resultados de los efectos principales sobre el comportamiento sexual en toretes. Se observa una tendencia ($P = 0,09$) del efecto de la eCG sobre el número de montas, siendo superior para los toretes que se les aplicó 500 UI ($2,78 \pm 0,35$) y 1000 UI ($3,29 \pm 0,35$), en comparación con los toretes del tratamiento control ($2,23 \pm 0,32$). La semana de aplicación de la eCG tuvo un efecto significativo sobre cada una de las variables del comportamiento sexual, a excepción de los tiempos de reacción a la primera, segunda y tercera monta (tabla 1). No se presentó diferencia significativa para la interacción del tra-

tamiento con la semana de aplicación ($P > 0,05$) para cada una de las variables evaluadas.

En la tabla 2 se muestran los resultados de efectos principales sobre la calidad seminal en toretes Holstein. No se presentaron diferencias significativas para cada uno de los tratamientos, la semana de aplicación y la interacción de ambos factores.

Asimismo, en la tabla 3 se presentan los resultados para el color del semen, en el que se observa que los toretes con 1000 UI de eCG tuvieron mayor proporción de muestras de semen en estado lechoso, en comparación con dosis de 0 UI y 500 UI de eCG.

Tabla 1. Efectos principales de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre el comportamiento sexual y la concentración de testosterona a través de las semanas de estudio en torres Holstein jóvenes (Media \pm EE).

Table 1. Main effects of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on sexual behavior and testosterone concentration throughout the study weeks in young Holstein bulls (Mean \pm SE).

Variable	Grupo de torres: Aplicación de eCG (UI)			Tratamiento (T)	P value	T x S
	0	500	1000			
Tiempo de inicio de cortejo (s)	13,94 \pm 3,03	16,76 \pm 3,33	12,94 \pm 3,33	ns	$P < 0,003$	ns
Olfateos	11,47 \pm 1,12	11,45 \pm 1,23	10,23 \pm 1,23	ns	$P < 0,004$	ns
Flehemens	3,45 \pm 0,46	3,47 \pm 0,50	3,11 \pm 0,50	ns	$P < 0,05$	ns
Acercamientos	4,25 \pm 0,48	3,72 \pm 0,52	3,21 \pm 0,52	ns	$P < 0,01$	ns
Intentos de monta	4,82 \pm 0,46	4,47 \pm 0,49	5,70 \pm 0,49	ns	$P < 0,02$	ns
Montas	2,23 \pm 0,32	2,78 \pm 0,35	3,29 \pm 0,35	0,09	$P < 0,0001$	ns
Montas con eyaculado	1,09 \pm 0,23	1,15 \pm 0,25	1,35 \pm 0,25	ns	$P < 0,0004$	ns
Tiempo de reacción a primera monta (s)	0,28 \pm 0,04	0,20 \pm 0,04	0,22 \pm 0,04	ns	ns	ns
Tiempo de reacción a segunda monta (s)	0,10 \pm 0,05	0,15 \pm 0,05	0,20 \pm 0,05	ns	ns	ns
Tiempo de reacción a tercera monta (s)	0,07 \pm 0,06	0,08 \pm 0,06	0,15 \pm 0,06	ns	ns	ns
Concentración de testosterona (ng/mL)	3,78 \pm 2,77	11,66 \pm 2,31	6,52 \pm 2,45	0,05	0,0001	0,05

Tabla 2. Efectos principales de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre la calidad seminal a través de las semanas de estudio en torres Holstein jóvenes (Media \pm EE).

Table 2. Main effects of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on seminal quality throughout the study weeks in young Holstein bulls (Mean \pm SE).

Variable	Grupo de torres: Aplicación de eCG (UI)			Tratamiento (T)	P value	T x S
	0	500	1000			
Motilidad masal (1-5)	2,27 \pm 0,49	2,54 \pm 0,56	2,79 \pm 0,54	ns	ns	ns
Motilidad progresiva (%)	42,58 \pm 10,44	41,90 \pm 11,72	42,80 \pm 11,37	ns	ns	ns
Concentración total ($\times 10^6$)	494,42 \pm 149,22	574,40 \pm 168,82	454,08 \pm 162,78	ns	ns	ns
Volumen (mL)	4,89 \pm 0,50	4,50 \pm 0,60	3,98 \pm 0,55	ns	ns	ns
Circunferencia escrotal	36,04 \pm 1,09	34,90 \pm 1,21	36,15 \pm 1,18	ns	ns	ns

Tabla 3. Efectos de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre el aspecto seminal en toretes Holstein jóvenes (número de muestras analizadas por tratamiento = fuera del paréntesis).
 Table 3. Effects of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on seminal appearance in young Holstein bulls (number of samples analyzed per treatment = outside parentheses).

Tratamiento /UI de eCG	Aspecto del semen (%)			
	Acuoso	Cremoso	Lechoso	Total
0	27 (58,7) ^a	1 (2,2)	18 (39,1) ^a	46
500	15 (40,5) ^{ab}	2 (5,4)	20 (54,1) ^{ab}	37
1000	14 (35,9) ^b	0 (0,0)	25 (64,1) ^b	39

Literales diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes a $P \leq 0,05$.

Discusión

No se encontró evidencia del uso de la eCG en sementales sin estacionalidad reproductiva. El comportamiento sexual de los toretes mostró mejor respuesta con las dosis de 500 UI de eCG, en comparación con 0 UI y 1000 UI de eCG. La aplicación de eCG afectó el número de montas, que es parte fundamental de la actividad sexual de los toros y dependiente de la liberación de andrógenos en otras especies (Narenji-Sani et al., 2014).

La administración de eCG, y de dosis subsiguientes, aumentó el número de montas y la concentración de testosterona. En las primeras cuatro semanas del estudio, la concentración de testosterona fue mayor para los toros tratados con 500 UI de eCG, lo cual coincide con lo que se reportó en machos cabríos (Beracochea et al., 2018) y carneros (Ungerfeld et al., 2017; Beracochea et al., 2020a). Por su función biológica, como FSH y LH, la eCG influyó sobre la producción de testosterona, la cual se encarga de expresar libido y deseo sexual en el toro (Villa, 2018). El patrón de liberación de testosterona obtenido puede deberse a que al momento de aplicar dosis repetidas de eCG la cantidad de títulos de anticuerpos para eCG se eleva, como se observó en machos cabríos, que a partir de la tercera semana de aplicación de eCG se dismi-

nuyó la concentración de testosterona (Beracochea et al., 2018). Esto supone que puede tener un efecto negativo sobre la reproducción de los machos, sin embargo, en otro estudio realizado por Beracochea et al. (2020b) se evaluaron machos cabríos que previamente fueron tratados con eCG, durante la época no reproductiva, y tres meses después mostraron semen de mejor calidad.

En carneros, el efecto principal de la eCG se presenta principalmente sobre el comportamiento sexual (Ungerfeld et al., 2017) y en los machos cabríos sobre la calidad seminal (Beracochea et al., 2020b). En toros lecheros el comportamiento sexual está ligado a la producción de testosterona (Islam et al., 2018) y la calidad seminal (Singh et al., 2020). Esto contrasta con un estudio realizado por Villa (2018), en donde mencionan que la concentración de testosterona, antes y después de la administración de GnRH, es similar en los bovinos de alta y baja libido, lo que indica que la concentración de testosterona no es un indicador de la libido en toros.

Con respecto a la calidad seminal, no se observó diferencia entre los tratamientos para las variables que la determinan. Lo cual concuerda a lo reportado por Ungerfeld y Bielli (2008) y Beracochea et al. (2020a), quienes con el uso

de eCG, en carneros jóvenes y adultos, no encontraron ningún efecto sobre las variables de calidad seminal. Sin embargo, contrasta a lo reportado por Beracochea et al. (2018) quienes demostraron que la administración de eCG, de forma repetida, mejoró las variables evaluadas en machos caprinos durante la época no reproductiva. Esto hace suponer que en toretes la eCG crea una actividad inmunitaria que forma anticuerpos, al menos durante el periodo de aplicación de la gonadotropina (Murphy, 2012).

La apariencia del semen mostró una mayor proporción de muestras de semen de aspecto lechoso, con la aplicación de 1000 UI de eCG. En rumiantes y en especial en toros, el plasma seminal actúa como un medio de nutrición para los espermatozoides, lo que permite su transporte durante su capacitación e interacción espermatozoide-ovocito (Westfalewicz et al., 2017). Por lo tanto, la liberación de testosterona al momento de aplicar la eCG, pudo tener efecto en la liberación en el plasma seminal de compuestos orgánicos, péptidos y proteínas (Juyena y Stelletta, 2012), vitales para una fertilización eficiente, ya que influye en la estabilidad de la membrana, movilidad, capacitación e interacción del espermatozoide (Narenji-Sani et al., 2014).

Los resultados obtenidos son aún poco concluyentes para el uso de la eCG para mejorar el comportamiento sexual y calidad seminal de toretes. Bajo esta premisa, en futuros estudios se recomienda evaluar otras formas y dosis de aplicación de la eCG, así como modificar la frecuencia de aplicación, debido a la acción media que tiene esta hormona. Al no existir estudios previos sobre la frecuencia de aplicación de la eCG en machos bovinos, se decidió aplicarla cada 7 días, lo cual pudo limitar su efecto, contrario a lo reportado por Beracochea et al. (2018) en machos cabríos, quienes lo aplicaron cada 5 días y obtuvieron una rápida respuesta a las variables de calidad seminal y comportamiento sexual, contrario al efecto limitado observado cuan-

do se aplicó en carneros cada 6 días (Beracochea et al., 2020a). También es posible que los anticuerpos formados en los machos parecen tener otro patrón de acción al de las hembras, en las cuales sí se afecta la tasa de ovulación (Drion et al., 2001). Es importante mencionar que el uso de la eCG tiene un mayor efecto en especies que presentan estacionalidad reproductiva. Sin embargo, antes de descartar su uso en toros jóvenes, se debe considerar que la eCG pudiera contribuir, al menos parcialmente, en mejorar el comportamiento sexual y colaborar bajo otros escenarios de aplicación, frecuencia y dosis para observar si verdaderamente tiene un efecto positivo sobre la calidad seminal.

Conclusión

La aplicación de eCG incrementó la concentración de testosterona, sin afectar la actividad sexual y la calidad seminal de toretes jóvenes durante la época de invierno. Como consecuencia a la escasez de información sobre el uso de esta hormona en toros, esta investigación puede servir como pauta para seguir realizando estudios sobre el uso de eCG en machos de la especie bovina, en cuanto a la frecuencia, dosis y época del año, ya que en otras especies ha demostrado resultados positivos que pueden ser aplicables para mejorar la capacidad reproductiva del macho bovino.

Agradecimientos

A la Unidad Académica Marín de la Facultad de Agronomía de la UANL por las facilidades prestadas para llevar a cabo la presente investigación. Así como a Gloriana Maldonado y Daniel Llanas, alumnas del programa educativo de Ing. Agrónomo que apoyaron en el trabajo de campo.

Referencias bibliográficas

- Beracochea F, Viera MN, Acevedo L, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2018). Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) improves bucks' semen quality during the nonbreeding season. *Reproduction in Domestic Animals* 53(5): 1096-1102. <https://doi.org/10.1111/rda.13209>.
- Beracochea F, Manes J, Viera MN, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2020a). Administration of equine Chorionic Gonadotrophin (eCG) to rams to improve the reproductive performance during the non-breeding season. *Livestock Science* 240: 104125. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104125>.
- Beracochea F, Viera MN, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2020b). Treatment of male goats with equine chorionic gonadotrophin during the non-breeding season does not affect their sperm characteristics during the subsequent breeding season. *Tropical Animal Health and Production* 52(1): 211-215. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02004-y>.
- Drion PV, Furtoss V, Baril G, Manfredi E, Bouvier F, Pougnaud JL, Bernelas D, Caugnon P, McNamara EM, Remy B (2001). Four years of induction/synchronization of estrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. *Reproduction, Nutrition and Development* 41(5): 401-412. <https://doi.org/10.1051/rnd:2001140>.
- Giriboni J, Gökdal Ö, Eren V, Yaral E, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2019). Daily administration of a GnRH analogue enhances sperm quality in bucks during the non-breeding season. *Animal Reproduction Science* 200: 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.11.009>.
- Islam MM, Apu AS, Hoque SAM, Ali MY, Karmaker S (2018). Comparative study on the libido, semen quality and fertility of Brahman cross, Holstein Friesian cross and Red Chittagong breeding bulls. *Bangladesh Journal of Animal Science* 47(2): 61-67. <https://doi.org/10.3329/bjas.v47i2.40236>.
- Juyena NS, Stelletta C (2012). Seminal plasma: An essential attribute to spermatozoa. *Journal of Andrology* 33: 536-551. <https://doi.org/10.2164/jandrol.110.012583>.
- Madrid-Bury N, González-Stagnaro C, Aranguren-Méndez JA, Yanez F, Quintero-Moreno A (2011). Comportamiento sexual en toros criollo limonero. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)* 28(1): 505-513.
- Michael JD, Baruselli PS, Campanile G (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology* 125: 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>.
- Mukhopadhyay CS, Gupta AK, Yadav BR, Khate K, Raina VS, Mohanty TK, Dubey PP (2010). Subfertility in males: an important cause of bull disposal in bovines. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 23(4): 450-455. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90298>.
- Murage AW, Ilatsia ED (2011). Factors that determine use of breeding services by smallholder dairy farmers in Central Kenya. *Tropical Animal Health and Production* 43(1): 199-207. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9674-3>.
- Murphy BD (2012) Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool. *Animal Reproduction* 9(3): 223-230.
- Murphy EM, Kelly AK, O'Meara C, Eivers B, Lonergan P, Fair S (2018). Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre. *Journal of Animal Science* 96(6): 2408-2418. <https://doi.org/10.1093/jas/sky130>.
- Narenji-Sani R, Gharavi J, Moezifar, M (2014). Effects of equine corionic gonadotropin on the semen characteristics of Zel rams in nonbreeding season. *Journal of Veterinary Laboratory Research* 6(2): 135-141. <https://dx.doi.org/10.22075/jvlr.2017.3648>.
- Núñez-Olivera R, de Castro T, Bó GA, Piaggio J, Menchaca A (2018). Equine chorionic gonadotropin administration after insemination affects luteal function and pregnancy establishment in postpartum anestrous beef cows. *Domestic Animal Endocrinology* 62: 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2017.08.003>.

- Palmieri R, Suárez D, Espitia A, González M, Prieto E (2004). Variables seminales en toros criollos colombianos con cuernos y romosinuano. *Revista MVZ Córdoba* 9(1): 381-385.
- Romanello N, Botta D, Giro A, Moura ABB, Pantoja MHA, Barreto AN (2018). Effect of GnRH on scrotal surface temperature, testicular volume and sperm parameters of bulls with poor semen quality. *Animal Reproduction* 15(3): 459.
- Santos SI, Sánchez-Dávila F, Vázquez-Armijo JF, Ledezma-Torres RA, del Bosque-González AS, Palomera CL, Bernal-Barragán H (2015). Changes in sexual behaviour and semen quality associated with age and type of enclosure of Saint Croix rams in different seasons of the year. *Italian Journal of Animal Science* 14(4): 678-683. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3890>.
- SAS (2004). *Statistical Analysis System*, SAS Institute, Inc. Cary, N.C. USA.
- Singh K, Kumar A, Honparkhe M, Brar PS (2020). Quantification of sexual behaviour traits in presence of teaser male in relation to libido and semen quality in crossbred (HF× Sahiwal) bulls. *Indian Journal of Animal Science* 90(6): 865-867.
- Ungerfeld R, Bielli A (2008). No change detected in body weight, scrotal circumference, semen characteristics and sexual behaviour during the development of prepubertal Milchschaaf lambs after weekly administration of eCG. *Reproduction in Domestic Animals* 43(4): 400-402. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00922.x>.
- Ungerfeld R (2013). Treatment with an equine chorionic gonadotrophin single dose restored spermatozoa production in an azoospermic pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) male: a case report. *Reproductive Medicine and Biology* 12(2): 65-68. <https://doi.org/10.1007/s12522-012-0139-4>.
- Ungerfeld R, Clemente N, Bonjour L, Orihuela A (2017). Equine chorionic gonadotrophin administration to rams improves their effectiveness to stimulate anoestrous ewes (the "ram effect"). *Animal Reproduction Science* 149(3-4): 194-198. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.07.004>.
- Ungerfeld R, Clemente N, Orihuela A (2018). Treatments with eCG and courtship behaviour in rams during the breeding and the non-breeding seasons. *Animal Production Science* 59(5): 865-869. <https://doi.org/10.1071/AN17728>.
- Ungerfeld R, Kmaid S, Baldi F, Salveraglio V (2021). Probability of pregnancy to artificial insemination either after detected oestrus or at a fixed time in dairy cows: Influence of intrinsic and extrinsic factors in a large-scale, on-farm study. *Reproduction in Domestic Animals* 56(5): 783-791. <https://doi.org/10.1111/rda.13918>.
- Villa NA (2018). Testosterone concentration induced with GnRH in Brahman bulls and its relationship to scrotal circumference, reaction time and number of services. *Revista Científica, Facultad Ciencias Veterinarias* 28(3): 235-241.
- Vincent P, Underwood SL, Dolbec C, Bouchard N, Kroetsch T, Blondin P (2021). Bovine semen quality control in artificial insemination centers. En: *Bovine Reproduction*, Second edition, chapter 81 (Ed. Hopper RM), pp. 1019-1031. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, USA. <https://doi.org/10.1002/9781119602484.ch81>.
- Westfalewicz B, Dietrich MA, Mostek A, Partyka A, Bielas W, Nizański W, Ciereszko (2017). Analysis of bull (*Bos taurus*) seminal vesicle fluid proteome in relation to seminal plasma proteome. *Journal of Dairy Science* 100(3): 2282-2298. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11866>.

(Aceptado para publicación el 17 de julio de 2022)

Los dispositivos reutilizados en protocolos cortos de sincronización tienen el mismo efecto sobre el desempeño reproductivo y perfiles de progesterona en ovejas Pelibuey

Carlos Luna-Palomera^{1,*}, Ulises Macías-Cruz², Fernando Sánchez-Dávila³,
Nadia Florencia Ojeda-Robertos¹ y Jorge Alonso Peralta-Torres¹

¹ Laboratorio de Reproducción y Genética Animal, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av. Universidad S/N, Zon de la Cultura, Colonia Magisterial, Villahermosa, Centro, C.P. 86400, Tabasco, México

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México

³ Posgrado Conjunto FA-FMVZ, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, 66050 Cd Gral. Escobedo, Nuevo León, México

Resumen

El objetivo fue evaluar la conducta estral, tasa de preñez y niveles de P4 en ovejas Pelibuey tratadas bajo un protocolo de sincronización del estro de corta duración con dispositivos intravaginales nuevos (CIDRn) y reusados (CIDR1, CIDR2). Se evaluó el porcentaje de ovejas en estro, intervalo retiro dispositivo-estro, duración del estro, porcentaje de gestación y porcentaje de dispositivos retenidos; así como los niveles de P4 los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retirada) y 0 (día del estro). Las variables categóricas fueron analizadas por Chi-cuadrado, las variables continuas por análisis de varianza y los niveles de P4 por medidas repetidas en el tiempo. No se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre las ovejas tratadas con CIDRn, CIDR1 y CIDR2 en ninguna de las variables reproductivas analizadas. Se concluye que la liberación de P4 remanente en los dispositivos reutilizados es suficiente para lograr una adecuada sincronización del estro y tasa de preñez en ovejas Pelibuey.

Palabras clave: Conducta estral, dispositivos reutilizados, progesterona, ovinos de pelo.

The reused progesterone device in short-term protocols has the same effect on reproductive performance and progesterone profiles in Pelibuey ewes

Abstract

The aim was to evaluate the estrous behavior, gestation rate and P4 concentrations in Pelibuey ewes treated under a short synchronization protocol with new intravaginal devices (CIDRn) and reused (CIDR1 and CIDR2). The percentage of females in estrus, withdrawal time at estrus presentation, duration of estrus, gestation rate and percentage of retained devices were evaluated, likewise P4 concentrations on days -10 (input), -8, -6, -2 (withdrawal) and 0 (estrus day). Categorical variables were analyzed by

* Autor para correspondencia: carlos.luna@ujat.mx

Cita del artículo: Luna-Palomera C, Macías-Cruz U, Sánchez-Dávila F, Ojeda-Robertos NF, Peralta-Torres JA (2023). Los dispositivos reutilizados en protocolos cortos de sincronización tienen el mismo efecto sobre el desempeño reproductivo y perfiles de progesterona en ovejas Pelibuey. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(2): 149-157. <https://doi.org/10.12706/itea.2022.014>

Chi-square test, continuous variables by analysis of variance and P4 concentrations with repeated measures over time. There were no differences ($P > 0.05$) among ewes treated with CIDRn, CIDR1 and CIDR2 for any of the reproductive variables analyzed. It was concluded that the P4 release in reused devices is sufficient to achieve an adequate synchronization of estrus and pregnancy rate in Pelibuey breed ewes.

Keywords: Estrous behavior, reused device, progesterone, hair sheep.

Introducción

La sincronización del estro contribuye a mejorar la eficiencia reproductiva y mejora genética a través de la inseminación artificial (IA). El tratamiento hormonal más usado en protocolos de sincronización del estro en ovinos son los basados en el uso de progesterona natural (P4) y progestágenos (Abecia et al., 2011) administrados a través de dispositivos intravaginales (silicona o esponjas de poliuretano). La sincronización del estro con esponjas en ovejas es menos costoso, sin embargo, se reportan mayores casos de vaginitis y cambios en la flora vaginal (Manes et al., 2018; Ojeda-Hernández et al., 2019) lo cual puede afectar negativamente la atracción sexual de la oveja (Gatti y Ungerfeld, 2012).

La sincronización del estro con dispositivos de liberación controlada de fármacos (CIDR) se ha usado con eficiencia en varias especies animales: vacas (Bonacker et al., 2020), búfalas (Neglia et al., 2020), cabras (Skliarov et al., 2021) y ovejas (Gonzalez-Bulnes et al., 2020). Los CIDR para ovejas están impregnados con 0,3 g de progesterona natural (Wheaton et al., 1993), y generalmente son aplicados en protocolos largos de 12 a 14 días (Viñoles et al., 2001) y algunos estudios los han evaluado bajo protocolos de corta duración de 5-7 días (Menchaca y Rubianes, 2004; Martínez-Ros et al., 2019). En estos últimos se ha observado una mejor sincronización del estro y buena fertilidad con IA en ovejas comparado con protocolos largos (Cox et al., 2012; Dias et al., 2015; Santos-Neto et al., 2015; Martínez-Ros et al., 2020).

Los dispositivos liberadores de progesterona (CIDR), después de ser retirados contienen concentraciones residuales entre 50 % y 60 % de la P4 total, dependiendo del tiempo del tratamiento (Ungerfeld, 2009; Vilariño et al., 2011). Esto se debe a que la cantidad de P4 liberada de los dispositivos, depende de la etapa del ciclo estral en que la hembra se encuentre, siendo mayor las cantidades liberadas cuando las concentraciones endógenas son bajas (Vilariño et al., 2013). Los niveles de P4 residual en los dispositivos y las características de farmacocinética de liberación, hace posible reutilizar los dispositivos en programas cortos de sincronización del estro en ovejas (Vilariño et al., 2013) con ahorros de hasta un 60 % en comparación con los CIDR nuevos (Cox et al., 2012; Swelum et al., 2019).

Los niveles de progesterona residual son suficientes para inducir una conducta sexual y desempeño reproductivo normal (Pinna et al., 2012; Sousa-Fabjan et al., 2014). Sin embargo, otros autores reportan que la conducta estral y el desempeño reproductivo en ovejas tratadas con dispositivos de primero, segundo y/o tercer uso puede ser variables (Ungerfeld, 2009; Vilariño et al., 2011; Cox et al., 2012). Por lo anterior, persiste el interés en generar más evidencia al respecto, sobre todo en ovejas Pelibuey que se explotan en el trópico, donde los reportes sobre la efectividad y los niveles de P4 con CIDR reutilizados son escasos.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la conducta estral, tasa de gestación y concentraciones séricas de P4 en ovejas Pelibuey sincronizadas bajo un protocolo de corta duración con dispositivos CIDR nuevos y reutilizados.

Material y métodos

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en rancho "El Rodeo" ubicado a 17° 84" N, 92° 81" W; 10 m s.n.m. y en la ranchería Víctor Fernández Manero, Jalapa, Tabasco, México.

Animales

Se utilizaron 60 ovejas Pelibuey con una condición corporal (CC) de $3,1 \pm 0,8$ en la escala de 1 a 5 (1 = emaciada y 5 = obesa; Russel et al., 1969), y peso vivo promedio de $41,0 \pm 1,5$ kg. Las ovejas permanecieron confinadas en corral alimentadas con un concentrado formulada a 12 % de proteína cruda y 1 kg de forraje hidropónico de maíz. Se realizó una evaluación del estado reproductivo por ultrasonido (ALOKA Hitachi®) para determinar ciclicidad y posibles gestaciones, eliminando del estudio aquellas ovejas gestantes y que no estaban ciclando.

Tratamientos

Las ovejas se asignaron aleatoriamente a uno de tres tratamientos; en el primero cada oveja recibió un dispositivo liberador de P4 nuevo (CIDRn; n = 20); el segundo recibió un dispositivo de primer re-uso (CIDR1; n = 20), y el tercero recibió un dispositivo de segundo re-uso (CIDR2; n = 20). Los dispositivos reutilizados provenían de protocolos de 7 días de duración, los cuales, después de ser retirados, se lavaron con agua corriente, desinfectaron con una solución de yodo al 2 % y secaron a temperatura ambiente. Antes de reinsertarlos, se esterilizaron en autoclave a 130 pSI durante 25 min (Souza et al., 2011). El protocolo de sincronización tuvo una duración de 7 días y cada oveja recibió 125 µg de D-cloprostenol y 150 UI de eCG el día del retiro (ver Figura 1). Cabe mencionar que antes de iniciar el protocolo, todas las ovejas se inyectaron intramuscularmente con 125 µg de D-cloprostenol. El estro fue detectado a partir de las 18 h posteriores al retiro del dispositivo con la ayuda

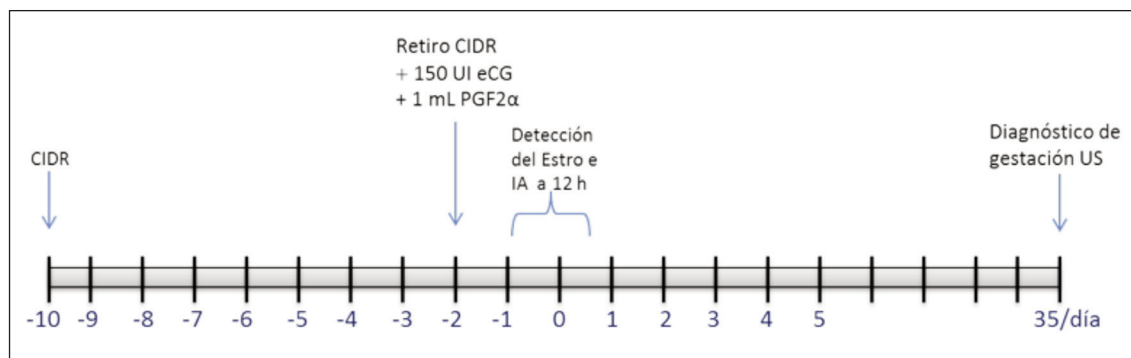


Figura 1. Esquema de sincronización del estro en ovejas con dispositivos CIDR nuevo y reusados.
Figure 1. Estrus synchronization scheme in sheep with new and reused CIDR devices.

de un carnero provisto de mandil. Las ovejas se inseminaron entre las 10 h y 12 h posteriores a la detección del estro usando la técnica de laparoscopia media ventral con se-

men fresco a 35 °C y dosis seminales de 25×10^6 espermatozoides. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonido (ALOKA Hitachi®) a los 35 días post-inseminación.

Concentraciones de progesterona en sangre

De cada grupo experimental se tomaron muestras a 6 ovejas para evaluar las concentraciones de P4 los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retiro) y 0 (día del estro). Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Reproducción de la DACA-UJAT donde se centrifugaron a 3200 RPM para almacenar los sueros en viales de 2 mL a -20 °C. Las concentraciones de P4 se determinaron usando un kit comercial (DRG, NJ, USA) a través de la técnica de ELISA. El coeficiente de variación intra e inter ensayo fue de 6,4 % y 6,6 %, respectivamente, con una sensibilidad de 0,140 ng/mL – 40,0 ng/mL.

Variables de respuesta

Las variables de respuestas para evaluar la conducta del estro inducido y desempeño reproductivo fueron:

- Tiempo de retiro del dispositivo a la presentación del estro (h).
- Duración del estro (h). Tiempo transcurrido desde la primera monta hasta que la oveja no aceptaba la monta.
- Tiempo de retiro a la IA (h). Tiempo transcurrido desde el retiro del dispositivo hasta que se realizó la inseminación artificial (IA).
- Tiempo del estro a la IA (h). Tiempo transcurrido desde la detección del estro hasta que se realizó la inseminación artificial (IA).
- Ovejas en estro (%). Porcentaje de ovejas detectas en estro a partir del número de ovejas en el tratamiento.
- Retención de dispositivos (%). Porcentaje de dispositivos que permanecieron *in situ* en la cavidad vaginal a partir del número total de dispositivos colocados.
- Ovejas gestantes (%). Porcentaje de ovejas diagnosticadas gestantes en relación al número de ovejas que presentaron estro y que fueron inseminadas.

- Concentraciones de P4 sérica. Expresado en ng/mL y determinada por ELISA en los días de muestreo.

Análisis estadístico

Debido a problemas de salud, dos ovejas que fueron inseminadas no fueron consideradas en el análisis estadístico para la variable % de ovejas gestantes en los tratamientos CIDR1 y CIDR2. Las variables numéricas se analizaron mediante un diseño completamente al azar considerando el efecto fijo de tratamiento (CIDRn, CIDR1 y CIDR2) y la CC de la oveja como covariable. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS, 2004), las diferencia entre medias se detectaron por diferencias de cuadrado mínimo. Las variables categóricas fueron analizadas a través de tablas de contingencia y prueba de Chi-cuadrada mediante el procedimiento PROC FREQ de SAS (2004).

Los niveles de P4 se analizaron bajo un diseño completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo considerando el efecto aleatorio de Oveja dentro de tratamiento y los efectos fijos de tratamiento (CIDRn, CIDR1 y CIDR2). Las medidas en el tiempo fueron los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retiro) y 0 (día del estro). Las diferencias entre medias se obtuvieron por diferencias de cuadrado mínimo con un nivel de error del 5 %. Los análisis se realizaron con el procedimiento PROC MIXED de SAS (2004).

Resultados y discusión

La tasa de retención de los CIDR no varió ($P > 0,05$) por ser nuevos o usados, no obstante, numéricamente, se observó que las ovejas que recibieron los CIDR1 y CIDR2 retuvieron los dispositivos en una proporción mayor a las que recibieron CIDRn (Tabla 1). Los resultados encontrados son comparativamente simila-

Tabla 1. Desempeño reproductivo en ovejas Pelibuey sincronizadas con dispositivos liberadores de progesterona (CIDRn) nuevos y reusados una (CIDR1) o dos (CIDR2) veces bajo un protocolo de corta duración. *Table 1. Reproductive performance in Pelibuey ewes synchronized with progesterone-releasing devices (CIDRn) new and reused once (CIDR1) or twice (CIDR2) under a short duration protocol.*

Variables estudiadas	Tratamientos				Valores de P
	CIDRn	CIDR1	CIDR2	EE	
Tiempo de retiro al estro (h)	30,90	28,76	26,40	1,8	0,21
Duración del estro (h)	20,56	21,16	22,73	1,4	0,52
Estro a la IA (h)	10,12	12,56	16,17	2,7	0,28
Retiro a la IA (h)	43,49	48,52	43,39	2,0	0,18
Ovejas en estro (%)	95,00 (19/20)	95,00 (19/20)	100,00 (20/20)	–	0,60
Dispositivos retenidos (%)	84,21	100,0	88,90	–	0,23
Ovejas gestantes (%)	79,00 (15/19)	50,00 (9/18)	61,10 (11/18)	–	0,61

IA = Inseminación artificial; EE = Error experimental.

res a los reportados por Cox *et al.* (2012) quienes reportan entre un 97,5 % y un 100 % de dispositivos retenidos en ovejas Suffolk. Este aspecto es importante debido a que la permanencia del dispositivo en la cavidad vaginal asegura una liberación continua de P4 y el efecto de retroalimentación negativa sobre los pulsos de LH necesarios para el desarrollo de una nueva onda de crecimiento y morfología folicular (Campbell *et al.*, 2007).

Los niveles de P4 cuantificados en sangre (Figura 2) indican que los dispositivos con más de un uso son capaces de liberar P4 en sangre en cantidades suficientes y similares a los de primer uso. ($P > 0,05$). Estos resultados concuerdan con los reportados por otros autores (Vilariño *et al.*, 2011; Pinna *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2012) en ovejas sincronizadas con dispositivos reusados. Los dispositivos CIDR1 y CIDR2 liberaron cantidades de P4 similares a los CIDRn y en concentración suficiente para bloquear la LH, mantener los niveles de este-

roides lo suficientemente altos como para asegurar el desarrollo de ovocitos saludables y fértiles (Harris *et al.*, 1999), y promover un desempeño reproductivo similar al de dispositivos nuevos.

Es de interés notar que la conducta estral (tiempo de manifestación del estro y proporción de ovejas en estro) fueron similares ($P > 0,05$) entre ovejas Pelibuey tratadas con CIDR1 (95,0 %) y CIDR2 (100 %) en comparación con las que recibieron CIDRn (95,0 %) (Tabla 1). Esto podría estar relacionado con la efectividad de los protocolos cortos de sincronización con CIDR para promover una reducción rápida en los niveles de LH y atresia de cualquier folículo pre-ovulatorio, lo cual a su vez promueve una nueva oleada folicular que en cinco días en promedio produce un folículo pre-ovulatorio con alta actividad estrogénica (Menchaca y Rubianes *et al.*, 2004; Martínez-Ros *et al.*, 2018; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2020); situación que trae como consecuen-

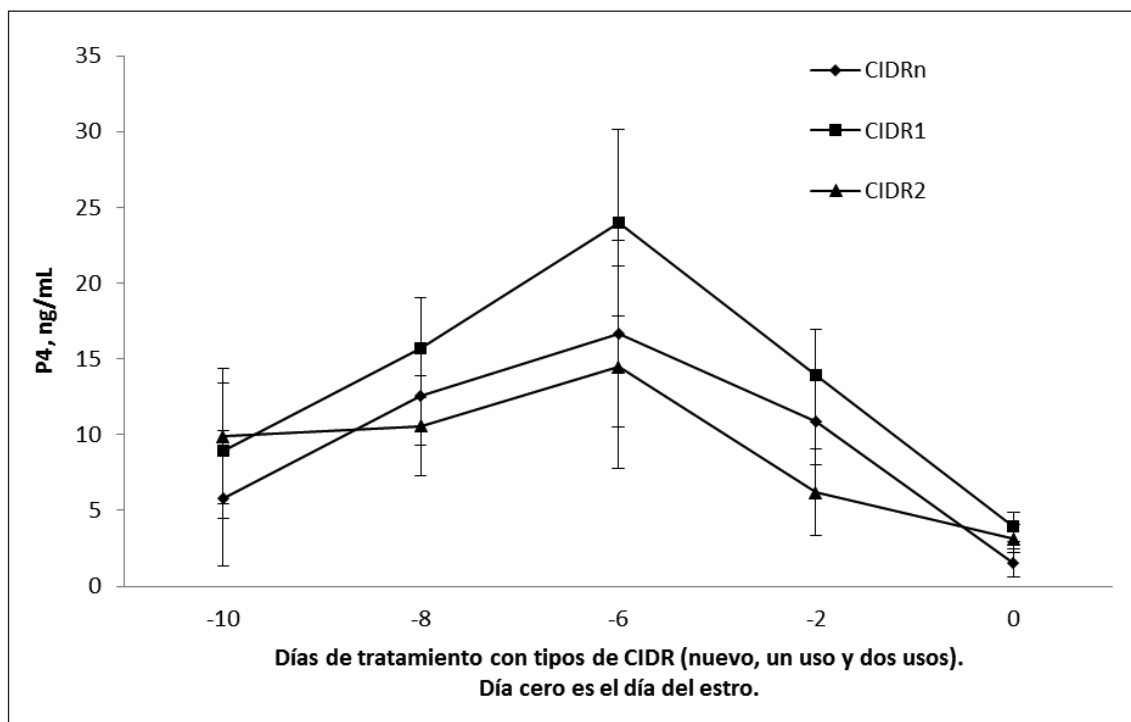


Figura 2. Niveles de progesterona en sangre de ovejas sincronizadas con CIDR nuevos (CIDRn) y reusados una (CIDR1) o dos (CIDR2) veces. Día -10 es el día de colocación, día -2 es el día del retiro y día 0 es el día del estro.

Figure 2. Progesterone levels in blood of sheep synchronized with new CIDR (CIDRn) and reused one (CIDR1) or two (CIDR2) times. Day -10 is the day of placement, day -2 is the day of withdrawal and day 0 is the day of estrus.

cia la presencia de signos de estros de forma más sincrónica. Sin embargo, los resultados encontrados contrastan con otros estudios en variables tales como el inicio y duración del estro los cuales fueron más largos en ovejas Corriedale (Vilariño et al., 2013) y Santa Inés (Pinna et al., 2012) con posibles efectos de raza.

A pesar de las diferencias numéricas en la tasa de gestación entre tratamientos (79 %, 50 % y 61 % para CIDRn, CIDR1 y CIDR2; respectivamente), la proporción de ovejas gestantes no fue diferente ($P > 0,05$) por reutilizar los CIDR en protocolos de sincronización cortos. Posiblemente, esto se deba a que el número de repeticiones por tratamiento fue

relativamente bajo, evitando que se observara estadísticamente una reducción en la tasa de gestación (~23 %) atribuida a la reutilización de los CIDR cuando se aplica IA por laparoscopia. Cabe mencionar que la tasa de preñez en las ovejas Pelibuey sincronizadas con el CIDR nuevo o reutilizado una vez estuvo dentro del rango normal reportado para ovejas inseminadas por la técnica de laparoscopia (60 % a 80 %; Sathe, 2018); sugiriendo que la reutilización del CIDR en más de una vez puede comprometer la tasa de concepción de la ovejas, y en consecuencia la productividad y rentabilidad del rebaño (García-Chávez et al., 2020), por lo que la reutilización de

CIDR debe ser considerado desde esta perspectiva. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de que es posible sincronizar el estro exitosamente con una fertilidad aceptable al usar CIDR reutilizables por una o dos veces. No obstante, se debe conducir otro experimento que incluya un número considerable de ovejas que permita validar los resultados obtenidos.

Conclusiones

Los protocolos cortos de sincronización del estro funcionan adecuadamente si se garantizan altas tasas de retención de los dispositivos, niveles adecuados de liberación de P4, presentación del estro y fertilidad posterior a la IA. Las concentraciones de progesterona provenientes de CIDR reutilizados una o dos veces son suficientes para sincronizar la conducta sexual y fertilidad en forma similar a cuando se usan CIDR nuevos en ovejas Pelibuey. Estos resultados aportan información relevante que permiten reciclar dispositivos CIDR reusados aplicados bajo protocolos de corta duración en ovejas Pelibuey bajo condiciones de trópico.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias a las facilidades brindadas por el Dr. José Manuel Piña Gutiérrez propietario del rancho El Rodeo, así como la participación del MVZ Armando Mendoza González y de los estudiantes del PE de MVZ de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Referencias bibliográficas

- Abecia JA, Forcada F, González-Bulnes A (2011). Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27(1): 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.001>.
- Bonacker RC, Gray KR, Breiner CA, Anderson JM, Patterson DJ, Spinka CM, Thomas JM (2020). Comparison of the 7 & 7 Synch protocol and the 7-day CO-Synch + CIDR protocol among recipient beef cows in an embryo transfer program. *Theriogenology* 158: 490-496. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.033>.
- Campbell BK, Kendall NR, Baird DT (2007). The effect of the presence and pattern of Luteinizing Hormone stimulation on ovulatory follicle development in sheep. *Biology of Reproduction* 76: 719-727. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.106.053462>.
- Cox JF, Allende R, Lara E, Leiva A, Díaz T, Dorado J, Saravia F (2012). Follicular dynamics, interval to ovulation and fertility after ai in short term progesterone and PGF2 oestrous synchronization protocol in sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 47(6): 946-951. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.01996.x>.
- Dias LMK, Paes de Barros MB, Viau P, de Sousa Sales JN, Valentim R, Santos FF, da Cunha MC, Marino CT, de Oliveira CA (2015). Effect of a new device for sustained progesterone release on the progesterone concentration, ovarian follicular diameter, time of ovulation and pregnancy rate of ewes. *Animal Reproduction Science* 155: 56-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.01.016>.
- Gatti M, Ungerfeld R (2012). Intravaginal sponges to synchronize estrus decrease sexual attractiveness in ewes. *Theriogenology* 78: 1796-1799. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.07.001>.
- García-Chávez CA, Luna-Palomera C, Macías-Cruz U, Segura-Correa JC, Ojeda-Robertos NF, Peralta-Torres JA, Chay-Canúl AJ (2020). Lamb growth and ewe productivity in Pelibuey sheep under tropical conditions. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11(3): 884-893. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5157>.

- Gonzalez-Bulnes A, Menchaca A, Martin GB, Martinez-Ros P (2020). Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and where we should go. *Reproduction, Fertility and Development*. 32: 441-452. <https://doi.org/10.1071/RD18477>.
- Harris TG, Dye S, Robinson JE, Skinner DC, Evans NP (1999). Progesterone can block transmission of the estradiol-induced signal for luteinizing hormone surge generation during a specific period of time immediately after activation of the gonadotropin-releasing hormone surge-generating system. *Endocrinology* 140(2): 827-834. <https://doi.org/10.1210/endo.140.2.6490>.
- Manes J, Fiorentino MA, San Martino S, Ungerfeld R (2018). Changes in the vaginal microbiota in ewes after insertion of intravaginal sponges at different stages of the oestrous cycle. *Livestock Science* 208: 55-59. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.11.023>.
- Martinez-Ros P, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A (2018) Influence of progesterone-treatment length and eCG administration on appearance of estrus behavior, ovulatory success and fertility in sheep. *Animals* 9(1): 9. <https://doi.org/10.3390/ani9010009>.
- Martinez-Ros P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A (2019). Onset of estrus and preovulatory LH surge and ovulatory efficiency in sheep after short-term treatments with progestagen-sponges and progesterone-CIDRs. *Reproduction Domestic Animals* 54: 408-411. <https://doi.org/10.1111/rda.13317>.
- Menchaca A, Rubianes E (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development* 16: 403-413. <https://doi.org/10.1071/RD04037>.
- Neglia G, de Nicola D, Esposito L, Salzano A, D'Occhio MJ, Fatone G (2020). Reproductive management in buffalo by artificial insemination. *Theriogenology* 150: 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.016>.
- Ojeda-Hernández F, del Moral-Ventura S, Capataz-Tafur J, Peña-Castro J, Abad-Zavaleta J, Chay-Canul A, Ramon-Ugalde J, Ungerfeld R, Meza-Villalvazo V (2019). Vaginal microbiota in Peli-buey sheep treated with antimicrobials at the removal of intravaginal sponges impregnated with flurogestone acetate. *Small Ruminant Research*. 170: 116-119. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.015>.
- Pinna AE, Brandão FZ, Cavalcanti AS, Borges AM, Souza JMG, Fonseca JF (2012). Reproductive parameters of Santa Inês ewes submitted to short-term treatment with re-used progesterone devices. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64(2): 333-340. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200012>.
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RG (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science* 72: 451-454. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>.
- Santos-Neto PCd, García-Pintos C, Pinczak A, Menchaca A (2015). Fertility obtained with different progestogen intravaginal devices using Short-term protocol for fixed-time artificial insemination (FTAI) in sheep. *Livestock Science* 182: 125-128. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.005>.
- Sathe SR (2018). Laparoscopic artificial insemination technique in small ruminants: a procedure review. *Frontiers in Veterinary Science* 5: 266. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00266>.
- SAS (2004). INSTITUTE, SAS/STAT. User's guide statistics released 9.1, 2nd Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Skliarov P, Pérez C, Petrusha V, Fedorenko SI, Bilyi D (2021). Induction and synchronization of oestrus in sheep and goats. *Journal of Central European Agriculture* 22(1): 39-53. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2939>.
- Souza JMG, Torres CAA, Maia ALRS, Brandão FZ, Bruschi JH, Viana JHM, Oba E, Fonseca JF (2011). Autoclaved, previously used intravaginal progesterone devices induces estrus and ovulation in anestrus Toggenburg goats. *Animal Reproduction Science* 129(1): 50-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.09.012>.
- Souza-Fabjan JMG, Torres CAA, Maia ALR, Brandão FZ, Oba E, Bertoldo MJ, Fonseca JF (2014). Re-used progesterone devices efficiently synchronise oestrus and ovulation after autoclave

- ving process in Toggenburg goats during the breeding season. *Animal Production Science*: 55: 818-822. <https://doi.org/10.1071/AN14056>.
- Swelum AAA, Saadekdin IM, Moumen AF, Ali M, Ba-Awadh H, Alowaimer AN (2019). Effects of long-term controlled internal drug release reuse on reproductive performance, hormone profiles, and economic profit of sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia* 48: e20180085. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180085>.
- Ungerfeld R (2009). The induction of oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 treatment. *Small Ruminant Research* 84(1): 129-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.011>.
- Viñoles C, Forsberg M, Banchemo G, Rubianes E (2001). Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology* 55: 993-1004. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00460-5](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00460-5).
- Vilariño M, Rubianes E, Menchaca A (2011). Re-use of intravaginal progesterone devices associated with the Short-term Protocol for timed artificial insemination in goats. *Theriogenology* 75(7): 1195-1200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.030>.
- Vilariño M, Rubianes E, Menchaca (2013). Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 79(1): 206-210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.007>.
- Wheaton JE, Carlson KM, Windels HF, Johnston LJ (1993). CIDR: a new progesterone releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science* 33: 127-141. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90111-4](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90111-4).

(Aceptado para publicación el 21 de julio de 2022)

¿Influye el tipo de empresa en los costes pegajosos? Una valoración en las empresas agrarias españolas

A. Sabino Mirón-Sanguino¹, Eva Crespo-Cebada² y Carlos Díaz-Caro^{1,*}

¹ Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Facultad de Empresa, Finanzas y Turismo, Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad, 10071 Cáceres, España

² Departamento de Economía. Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura, Ctra. de Cáceres, s/n, Badajoz, España

Resumen

Tradicionalmente el análisis de los costes empresariales consideraba que la variación en los costes ante cambios en el volumen de actividad era proporcional a dicha variación. Sin embargo, estudios recientes ponen de manifiesto que este supuesto no se cumple, dando lugar al denominado efecto de costes pegajosos, el cual se define como la situación en la que los costes no varían en la misma proporción cuando disminuye el volumen de actividad, sino que lo hacen en una menor proporción. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de los costes en la empresa agraria española y estudiar si la forma jurídica de la empresa puede afectar a la existencia de costes pegajosos. Para ello, se ha realizado un análisis empírico a partir de una muestra de 3.859 empresas, para un periodo de tiempo que abarca desde 2006 hasta 2019. Los resultados obtenidos sugieren que las sociedades cooperativas y las sociedades anónimas tienen una mayor tendencia a generar comportamiento de costes pegajosos en comparación con las sociedades limitadas.

Palabras claves: Tipo de empresa, asimetría en coste, comportamiento en costes, costes pegajosos.

Does the type of company influence sticky costs? An assessment of Spanish agricultural companies

Abstract

In the study of business costs, it is assumed that costs are proportional to changes in the volume of activity. However, empirical evidence shows that this assumption is not fulfilled, giving rise to the so-called sticky cost effect, which is defined as the situation in which costs do not vary in the same proportion when the volume of activity decreases. The objective of this paper is to analyze the behavior of costs in the agricultural company and to study if the type of company affects sticky costs. The company sample consists of a set of 3,859 companies for a period of time ranging from 2006 to 2019. The results obtained suggest that cooperative companies and anonymous society companies have a higher performance in terms of sticky costs compared to limited society.

Keywords: Type of firm, behavior cost, asymmetric cost, sticky cost.

* Autor para correspondencia: carlosdc@unex.es

Introducción

En el ámbito contable se asume una relación fundamental entre los costes y el volumen de actividad, considerándose un comportamiento simétrico en la variación de los costes ante incrementos o reducciones de las ventas. Esta hipótesis, considera que la magnitud de la variación en los costes sólo depende de los cambios producidos en el volumen de actividad, independientemente de la dirección en la que estos últimos evolucionen. En este marco, Anderson *et al.* (2003) ponen en entredicho la anterior afirmación, aportando evidencia empírica del fenómeno conocido como "*sticky cost*", para los costes de ventas, generales y administrativos (VGA). De forma específica, estos autores muestran, para los costes anteriormente mencionados, como el incremento que dichos costes experimentan como consecuencia de un aumento en el volumen de actividad, es mayor que el producido por una reducción en el volumen de actividad (con el mismo cambio porcentual del volumen de actividad). De modo que, el conocimiento y entendimiento del comportamiento de los costes de las empresas puede considerarse como un elemento esencial en la contabilidad de costes y de gestión.

En este marco, la existencia de costes pegajosos (*sticky cost*) es consistente con el modelo alternativo de comportamiento de costes, en el cual los gestores deliberadamente ajustan los recursos en función de los cambios en el volumen de producción. Este modelo, permite distinguir costes que se mueven de forma automática con respecto a los cambios en el volumen de producción y aquellos costes que son determinados por las acciones que llevan a cabo los gestores. Así, los gestores llevan a cabo determinados ajustes en los costes para tratar de ajustarse a la demanda y las variaciones del volumen de producción, sin embargo, dichos ajustes pueden no ser lo suficientemente ágiles para adaptarse de forma adecuada

a los cambios de la demanda. En ese sentido, la desigualdad en el comportamiento de costes puede provocar una capacidad excesiva o insuficiente, pero no necesariamente provocan la incurrencia de costes pegajosos, sino que estos ocurren porque las acciones son más pronunciadas al disminuir o restringir el proceso de ajuste a la baja en comparación con los ajustes al alza. Es decir, los gerentes muestran una tendencia a realizar aumentos/reducciones mayores/menores de los costes ante un crecimiento/reducción del volumen de producción.

Entre los ajustes en costes que las empresas realizan para reducir los recursos ligados a la actividad son, entre otros, los costes de indemnización por cese cuando los empleados son despedidos y/o costes de búsqueda cuando se contratan a nuevos empleados. En este sentido los gerentes tratarán de aumentar los recursos para ajustarse a la demanda creciente. Sin embargo, cuando la demanda cae, ciertos recursos no se utilizarán en la producción, por lo que a menos que los gerentes tomen la decisión de reducirlos de forma drástica, la empresa seguirá incurriendo en los costes asociados a los mismos. Así, ante la caída de la demanda, los gerentes pueden optar por esperar y no ajustar costes a expensas de que el volumen de actividad vuelva a recuperarse, lo que conlleva una retención de costes que da lugar a los costes pegajosos. Otro efecto que también puede desencadenar costes pegajosos es el producido por los costes de agencia, los cuales se definen como aquellos costes en los que incurre la empresa porque los gerentes tratan de maximizar su utilidad y no la de los accionistas o la empresa.

Por todo ello, y dado las repercusiones que puede suponer para la empresa, el estudio de los costes pegajosos ha recibido gran atención en la literatura contable desde el trabajo inicial de Anderson *et al.* (2003). Prueba de ello son los numerosos trabajos que abordan la existencia de costes pegajosos en las em-

presas americanas (Banker et al., 2013), australianas (Bugeja et al., 2015), japonesas (He et al., 2010), europeas (Calleja et al., 2006), en Arabia Saudí (Abdullah, 2020) o para empresas chinas (Cheng et al., 2018). A su vez, otros trabajos se centran en analizar un sector concreto, como por ejemplo el análisis del sector sanitario realizado por Balakrishnan y Gruca (2008). Para el caso de empresas españolas, destacan los trabajos de Marín Vinuesa et al. (2011) y Werbin et al. (2012), que abordan tanto para el conjunto de empresas españolas como para el sector concreto del mueble y restauración el estudio de los costes pegajosos para el periodo 2005-2007. Mientras que otros estudios abordan comparativas entre países (Banker et al., 2013; Banker y Byzalov, 2014; Prabowo et al., 2018; Makni Fourati et al., 2020).

Asimismo, también existe una extensa literatura en el campo de investigación acerca de los determinantes de los costes pegajosos. En ese sentido, destacan diversos factores, como son la influencia de la intensidad tanto en los activos empresariales y en el número de empleados (Anderson et al., 2003; Bugeja et al., 2015; Venieris et al., 2015; Subramaniam y Watson, 2016; Li y Zheng, 2017; Sun et al., 2019). Por otro lado, a nivel macro, destaca la influencia de la actividad macroeconómica, aproximada por la variación del Producto Interior Bruto (PIB) en los costes pegajosos (Anderson et al., 2003; Banker et al., 2010; Banker y Byzalov, 2014; Venieris et al., 2015; Li y Zheng, 2017; Sun et al., 2019). Otro factor relevante en el ámbito de la explicación de los costes pegajosos, es el denominado problema de la agencia, que es aproximado a partir de los flujos de caja libre (Chen et al., 2012; Richardson, 2006; Banker y Byzalov, 2014; Habib y Hasan, 2019). Finalmente, existe un tercer grupo de trabajos que parten del trabajo original propuesto por

Weiss (2010), en los que se obtiene el valor de los costes pegajosos para cada una de las empresas que analizan y que permite incorporar dicha información como variable explicativa de diversos componentes empresariales, como por ejemplo el beneficio o el nivel de endeudamiento entre otros (Kim y Prather-Kinsey, 2010; Banker y Byzalov, 2014; Ciftci et al., 2016; Sun et al., 2019).

A su vez, otros trabajos abordan la problemática de los costes pegajosos centrándose en los costes de personal (Dierynck et al., 2012; Prabowo et al., 2018), poniendo de manifiesto que los gerentes tratan de gestionar o ajustar los costes de personal en mayor medida que otros recursos de la empresa.

La anterior revisión de la literatura pone de manifiesto, hasta donde alcanza nuestro conocimiento, que en ningún trabajo previo se aborda el efecto de los costes pegajosos aplicado al sector agrario en España. Dada la importancia del sector agrario, por su papel estratégico en la economía y la problemática concreta que concurre en dicho sector, en el presente trabajo se plantea analizar el comportamiento de los costes de venta, generales y administrativos (VGA) de una muestra de empresas agrarias españolas, para un periodo de tiempo comprendido entre el año 2006 y 2019, con la finalidad de detectar en qué medida el denominado efecto "costes pegajosos" se produce en estas empresas. De forma secundaria, consideramos que la forma jurídica adoptada por la empresa puede condicionar la agilidad de los gestores en la toma de decisiones. Por ello, se ha realizado un análisis del impacto del tipo de forma jurídica (Sociedad Anónima, Sociedad Limitada o Sociedad Cooperativa) sobre los costes pegajosos. Para ello se ha utilizado una muestra de un total de 3.859 empresas obtenidas a partir de la base de datos de SABI (*Iberian Balance Sheet Analysis System*).

Material y métodos

Hipótesis de investigación

H1: El incremento relativo en los costes dado un incremento de las ventas es mayor que la reducción relativa de los costes cuando las ventas decrecen

Las hipótesis de la una a la cinco, son las planteadas en el modelo inicial de Anderson et al. (2003) y que, posteriormente, han sido aplicadas por numerosos autores (Chen et al., 2012; Javid, 2014; Loy y Hartlieb, 2018; Han et al., 2020; Hartlieb et al., 2020) para testar si la variación de los costes generales, cuando se produce un incremento de las ventas, es mayor que la reducción de los costes generales cuando se reducen las ventas como consecuencia de la gestión realizada para retener recursos en situaciones de reducción de las ventas.

H2: Los costes pegajosos son menos pronunciados cuando las ventas se reducen en el periodo anterior

Por otra parte, se puede asumir que los cambios en los ingresos son reflejo de cambios en las condiciones de mercado a corto o largo plazo de los productos o servicios que ofrece la empresa. En este sentido, cuando se produce una caída de los ingresos, los gestores podrían decidir esperar a obtener información adecuada para la toma de decisiones, de forma que este retraso temporal puede conllevar a que se produzcan costes pegajosos, ya que durante este lapso de tiempo los costes no se reducen a la espera de obtener más información. A su vez, también pueden ocasionarse costes pegajosos porque el tiempo para ajustar los costes sea más amplio como consecuencia de la dificultad de reducir recursos que son más complejos de eliminar.

H3: Los costes pegajosos son mayores cuando existen periodos de crecimiento económico

Los gerentes con el objetivo de tomar decisiones óptimas tratan de obtener medidas de

la actividad económica más amplias, para obtener una mayor información sobre las caídas de la demanda. Así, es más probable que la disminución de la demanda sea mayor en un periodo de contracción económica que en periodos de crecimiento económico, propiciando que los gerentes estén menos dispuestos a reducir los recursos en periodos de mayor crecimiento económico. Además, entre otros recursos, la mano de obra será más escasa en periodos de crecimiento económico generando mayores costes de reemplazar a los trabajadores despedidos reforzando la rigidez en costes.

H4: El grado de costes pegajosos se incrementa con la intensidad de los activos de la empresa

Los ajustes en costes serán más altos cuando los costes dependan en mayor medida de los activos que posee la empresa. En el corto plazo la empresa puede tener dificultades para deshacerse de activos, ya que supone perder inversiones específicas. Por tanto, es posible establecer la hipótesis 4.

H5: El grado de costes pegajosos se incrementa con la intensidad de los empleados de la empresa

De forma similar, los ajustes en costes serán más altos en empresas que presentan un mayor número de empleados con relación a las que tienen un menor número para un volumen de ventas determinado. El despido de los empleados y, por tanto, su ajuste a las ventas es costoso, debido fundamentalmente a que presentan costes de despido altos, más aún en el caso de antigüedad en los empleos.

H6: Los costes de agencia influyen en los costes pegajosos

Basándonos en el trabajo inicial de Chen et al. (2012), el cual aborda la cuestión del problema de agencia y la asimetría de costes, es posible establecer que existe una relación positiva entre los costes pegajosos y el pro-

blema de la agencia por parte de los gerentes. Una variable utilizada en la literatura contable como proxy del problema de la agencia es el flujo de caja libre. En concreto, la hipótesis pone de manifiesto que, los gerentes de las empresas con altos niveles de flujo de caja probablemente lo inviertan en operaciones o proyectos que tenga un valor actual negativo, en lugar de retribuir a los accionistas mediante el reparto de dividendos. Por tanto, con altos niveles de flujo de caja se espera que los costes tarden más en reducirse en comparación a empresas que presentan unos niveles de flujo de caja libre más bajos.

H7: La forma jurídica de la empresa influye en el grado de costes pegajosos

Adicionalmente se plantea esta hipótesis para analizar si la forma jurídica de la empresa (Sociedad Anónima, Sociedad Limitada o Cooperativa) influye o no en el grado de costes pegajosos, ya que el tipo de sociedad

puede condicionar la toma de algunas decisiones, especialmente las cuestiones que deban ser derivadas a los órganos de representación y la delegación de competencia para la gestión. En este sentido, empresas con mayor complejidad en la toma de decisiones, como por ejemplo las Sociedades Anónimas o las Cooperativas, tenderán a retrasar en mayor medida los ajustes en los costes, mientras que aquellas empresas con órganos de gestión más ágiles como pudiera ser la Sociedad Limitada pueden ajustar de forma más dinámica los costes.

Métodos

Para llevar a cabo el objetivo del presente trabajo se parte del modelo de Anderson *et al.* (2003) para medir el *Cost Stickiness*, el cual estima la magnitud de la variación de los costes VGA con respecto a la variación en la ventas, siendo el modelo base siguiente:

$$\log\left(\frac{VGA_{i,t}}{VGA_{i,t-1}}\right) = \beta_0 + \beta_1 \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) + \beta_2 d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) + \varepsilon_{i,t} \quad [1]$$

Las principales variables utilizadas en este modelo son el logaritmo del cambio en los VGA y el logaritmo de los cambios en las ventas en términos anuales para la empresa i en el periodo t . Además, incorpora una variable dummy $d_{i,t}$ que refleja la dirección de las ventas de la empresa i en el periodo t , la cual toma el valor igual 1 si las ventas de la empresa i decrecen en el periodo t y el valor 0 en otro caso.

El coeficiente β_1 mide el porcentaje en que se incrementan los costes VGA cuando las ventas incrementan en un 1 % (dado que el valor del $d_{i,t}$ es 0 cuando las ventas se incrementan). Por su parte, el coeficiente β_2 se relaciona con el coste pegajoso, siendo la suma de ambos coeficientes ($\beta_1 + \beta_2$) el porcen-

taje en el que decrecen los costes VGA cuando las ventas decrecen en un 1 % (dado que el valor de $d_{i,t}$ es 1 cuando las ventas decrecen).

La hipótesis empírica establece que para que existan costes pegajosos se deben cumplir las condiciones 1 y 2 que se muestran a continuación:

- 1) $\beta_1 > 0$
- 2) $\beta_2 < 0$ ($\beta_1 > \beta_1 + \beta_2$).

El modelo base anterior se amplía por Anderson *et al.* (2003) para incluir diversos factores que la literatura propone como contribución para explicar el fenómeno de costes pegajosos. En particular el coeficiente de costes pegajosos (β_2) que puede expresarse como se muestra a continuación:

$$\beta_2 = \gamma_0 + \gamma_1 \log \left(\frac{Empleados_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \gamma_2 \log \left(\frac{Activo_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \gamma_3 ds_{i,t} + \gamma_4 PIB_t \quad [2]$$

En particular, la ecuación [2] incorpora el logaritmo del número de empleados con respecto a las ventas y el logaritmo de los activos con respecto a las ventas de la empresa *i* en el año *t*. Estas variables son incorporadas como medidas de la intensidad de los empleados de una empresa y de la intensidad de los activos. En este sentido, Anderson et al. (2003) argumentan que empresas con una alta intensidad en los empleados conllevarán altos ajustes en los costes, debido a que se hace necesario contar con mayor número de empleados para abordar un volumen de ventas mayor. De forma similar, las empresas con una mayor intensidad de

activos tendrán un comportamiento de ajustes de costes mayor.

Para capturar el posible efecto anticipativo de las futuras ventas en el grado de costes pegajosos, en la ecuación [2] se incorpora una variable dummy que toma el valor 1 si las ventas de la empresa decrecen durante dos periodos consecutivos y 0 en otro caso. También se incluye la variable tasa de variación del PIB, que se define como el porcentaje del crecimiento real del PIB durante el periodo *t*, con el fin de capturar el efecto de la actividad macroeconómica en los costes pegajosos.

Si sustituimos la ecuación [2] en la ecuación [1] obtenemos:

$$\log \left(\frac{VGA_{i,t}}{VGA_{i,t-1}} \right) = \beta_0 + \beta_1 \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) + \left\{ \gamma_0 + \gamma_1 \log \left(\frac{Empleados_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \gamma_2 \log \left(\frac{Activo_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \gamma_3 ds_{i,t} + \gamma_4 PIB_t \right\} * d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) + \varepsilon_{i,t} \quad [3]$$

Si renombramos la ecuación [3] de forma que $\beta_k = \gamma_{k-2}$ para $k = 2, 3, 4, 5$ y 6 se obtiene:

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{VGA_{i,t}}{VGA_{i,t-1}} \right) = & \beta_0 + \beta_1 \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) + \beta_2 d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) + \\ & \beta_3 d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) \log \left(\frac{Empleados_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \beta_4 d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) \log \left(\frac{Activo_{i,t}}{Ventas_{i,t}} \right) + \\ & \beta_5 d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) ds_{i,t} + \beta_6 d_{i,t} \log \left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}} \right) PIB_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [4]$$

Este modelo será considerado como el modelo ABJ. Una extensión de este modelo ABJ se obtiene por la contribución de Chen et al. (2012), que basándose en literatura previa de trabajos que abordan el flujo de caja libre

(Stulz, 1990; Richardson, 2006; Shleifer y Vishny, 2007), lo incluyen como una proxi de los incentivos a la creación de un imperio empresarial. Basándose en esta literatura se incorpora la variable FCF que representa el Free

cash Flow de la empresa i en el año t . Además, diversos autores (Chen et al., 2012; Dierynck et al., 2012; Kama y Weiss, 2013; Ve-

nieris et al., 2015) amplían nuevamente el modelo para evitar un sesgo en la especificación del coeficiente β_0 , de forma que:

$$\beta_0 = \delta_0 + \delta_8 \log \left(\frac{\text{Empleados}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \delta_9 \log \left(\frac{\text{Activo}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \delta_{10} ds_{i,t} + \delta_{11} PIB_t + \delta_{12} FCF_{i,t} \quad [5]$$

Si combinamos la ecuación [4] junto con la ecuación [5], se incluye el efecto del flujo de

caja libre, y se renombra de forma que $\beta_k = \delta_k$ se obtiene el modelo ampliado tal y que:

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{VGA_{i,t}}{VGA_{i,t-1}} \right) = & \\ & \beta_0 + \beta_1 \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) + \beta_2 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) + \beta_2 + \\ & \beta_3 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) \log \left(\frac{\text{Empleados}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \beta_4 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) \log \left(\frac{\text{Activo}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \\ & \beta_5 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) ds_{i,t} + \beta_6 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) PIB_t + \beta_7 d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) FCF_{i,t} + \\ & \beta_8 \log \left(\frac{\text{Empleados}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \beta_9 \log \left(\frac{\text{Activo}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t}} \right) + \beta_{10} ds_{i,t} + \beta_{11} PIB_t + \beta_{12} FCF_{i,t} + \\ & \beta_{13} d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) D_{Cooperativa} + \beta_{14} d_{i,t} \log \left(\frac{\text{Ventas}_{i,t}}{\text{Ventas}_{i,t-1}} \right) D_{Sociedad Anónima} \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [6]$$

Finalmente, con el objetivo de obtener evidencia empírica sobre el efecto que tiene el tipo de sociedad en los costes pegajosos, se incluyen dos variables dummy, una para el tipo Sociedad Anónima y otra para la Sociedad Cooperativa, dejando de base el tipo de Sociedad Limitada en la ecuación [6].

Datos

Las variables usadas en el análisis empírico han sido obtenidas de la base de datos SABI (*Iberian Balance Sheet Analysis System*) para el periodo de tiempo comprendido entre el año 2006 y 2019. Este periodo de tiempo fue tenido en cuenta para obtener un número suficientemente amplio de empresas que

se hayan mantenido en el tiempo, tomando años anteriores a la crisis, siendo el sector analizado el correspondiente con el código primario CNAE: 1.-Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados con las mismas.

El número de observaciones tenía que cumplir con los siguientes requisitos: 1) que no tuviera datos perdidos en alguno de los años considerados, 2) que los costes no excedieran de las ventas. En este sentido, siguiendo a diversos autores que abordan la problemática a nivel internacional (Banker et al., 2010; Kama y Weiss, 2013), los costes VGA fueron calculados como los costes de explotación (diferencia entre el resultado de explotación menos los ingresos de explotación). Si bien otros autores (Marín Vinuesa et al., 2011;

Werbin et al., 2012) han seguido otra aproximación para datos españoles, consideramos aquí esta aproximación con el fin de obtener un mayor número de observaciones.

La tabla 1 contiene los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas. Por su parte, la tabla 2 contiene el número de empresas según su forma jurídica.

Tabla 1. Estadística descriptiva.

Table 1. Descriptive statistics.

Variable	VGA	Ventas	Activos	Empleados	PIB	FCF
Observaciones	47.525	47.525	47.525	47.525	47.525	47.525
Media	2.229,10	2.326,98	3.155,94	12,85	1,08	147.549,00
Mediana	438,66	455,39	996,58	4	2	37,41
Desviación estándar	25.336,39	26.419,20	14.116,32	73,16	2,41	1.466,01
Mínimo	0	1	0,07	1	-3,8	-16.742,00
Máximo	1.837.056,00	1.926.337,00	897.706,80	3.922,00	4,1	110.624,90

VGA: Costes de ventas, generales y administrativos; Ventas: volumen de facturación; Activos: Valor en Balance de los activos de las empresas; PIB: Producto Interior Bruto (nacional); FCF: Free Cash Flow- Flujo de caja Libre. Todas las variables están expresadas en miles de euros, salvo el número de empleados y el PIB que se expresan en tasa de crecimiento (%).

Tabla 2. Número de empresas según la forma jurídica.

Table 2. Number of companies according to legal form.

Tipo de Sociedad	Número de observaciones	Porcentaje
Sociedad Limitada	40.217	84,62
Sociedad Anónima	6.617	1,45
Cooperativa	691	13,92
Total	47.525 (3.859)	100

Resultados

En primer lugar, se aplicó el Test de Hausman para detectar la posible existencia de correlación entre las variables explicativas y la heterogeneidad no observable de cada empresa. La prueba $\chi^2 = 570,62$ resulta ser significativa al 1 %, lo cual parece indicar que la estimación por efectos fijos es más adecuada para las empresas analizadas.

Los resultados de la aplicación de los diferentes modelos que corresponden con las ecuaciones [1], [4] y [6] se muestran en la tabla 3. El resultado correspondiente al modelo base, ecuación [1], se recoge en la segunda columna de la tabla 2, mostrando como las empresas agrarias en su conjunto presentan un comportamiento que evidencia la ausencia de costes pegajosos. En concreto, el coeficiente β_1 es significativo y positivo lo cual parece

indicar que un incremento del 1 % en las ventas conlleva un incremento del 0,8085 % de los costes. El coeficiente β_2 es 0,054, lo que pone de manifiesto que no existen costes pegajosos. La suma de ambos coeficientes es 0,8123, lo que indica que los costes decrecen un 0,8123 % cuando las ventas decrecen en un 1 %.

Por su parte, la columna tres recoge los resultados del modelo ABJ en el que se incluyen variables explicativas para el comportamiento de los costes pegajosos, ecuación [4]. La incorporación de las variables explicativas conlleva a que se evidencie el comportamiento de costes pegajosos. En concreto, bajo este modelo un incremento de un 1 % de las ventas supone un incremento del 0,8107 % de los costes, mientras que una reducción del 1 % en las ventas conlleva una reducción del 0,7495 %. Estos valores ponen de manifiesto la existencia de costes pegajosos en base a las hipótesis originales (1) $\beta_1 > 0$ y 2) que $\beta_2 < 0$ ($\beta_1 > \beta_1 \beta_2$). Los coeficientes β_3 y β_4 resultan ser ambos negativos y estadísticamente significativos, los cuales se corresponden con la intensidad en el empleo y en los activos de la empresa, indicando que los costes fueron más pegajosos para empresas que requieren un mayor número de empleados o una mayor cantidad de activos para poder soportar el incremento de las ventas. El coeficiente β_5 es positivo y estadísticamente significativo, mostrando que el grado de costes pegajosos es más bajo cuando las ventas se reducen en dos periodos de tiempo consecutivos. El coeficiente β_6 también es positivo y estadísticamente significativo, lo que indica que el grado de costes pegajosos es menor cuando hay periodos de crecimiento económico altos, no obstante, este valor es relativamente bajo.

La columna 4, muestra el modelo ABJ extendido, correspondiente a la ecuación [6]. En este caso, los coeficientes anteriores siguen manteniendo el signo y la significatividad del modelo anterior. Asimismo, en relación a

las nuevas variables incluidas, se observa una relación positiva entre el flujo de caja y los costes pegajosos, lo cual parece indicar que a mayores niveles de flujo de caja libre menores niveles de costes pegajosos, mostrando como los incentivos dentro del problema de la agencia no influyen en el fenómeno de los costes pegajosos. El resto de las variables se incluyen para controlar el posible sesgo sobre la pendiente (β_0), siendo estadísticamente significativa y con el signo esperado en función de los efectos cruzados anteriormente comentados.

Finalmente, la última columna contiene el modelo ABJ extendido incorporado el efecto del tipo de sociedad. Los resultados muestran que, para las tres formas jurídicas consideradas Sociedad Limitada, Sociedad Anónima y Cooperativa se observa un comportamiento de costes pegajosos al resultar los dos coeficientes estadísticamente significativos y con un signo negativo. No obstante, cuando obtenemos el efecto de una reducción del 1 % en las ventas, se observa que las Sociedades Limitadas presentan una disminución de 0,7635 %, mientras que las Sociedades Anónimas presentan una variación más baja, del 0,7415 % en los costes, lo cual sugiere que las Sociedades Anónimas presentan un efecto de costes pegajosos ligeramente inferior a la de Sociedades Limitadas. Por su parte, las sociedades Cooperativas se sitúan entre las empresas que más efecto de costes pegajosos evidencian, con una variación del 0,7159 % cuando las ventas decrecen un 1 %.

Discusión

Los principales resultados obtenidos permiten confirmar la presencia de costes pegajosos en las empresas del sector agrario analizadas, en línea con el trabajo que analiza un conjunto de empresas españolas para el periodo 2005-2007 (Werbin et al., 2012), si bien

Tabla 3. Resultados de la regresión. Costes pegajosos (costes generales).
Table 3. Results of the regression. Sticky costs (overhead costs).

Variable dependiente: $\log\left(\frac{VGA_{i,t}}{VGA_{i,t-1}}\right)$	Modelo base	Modelo ABJ	Modelo ABJ ampliado	Modelo ABJ ampliado con tipo de empresa
β_0 : constante:	0,0011 (0,0018)	0,0089*** (0,0017)	-0,1043*** (0,0185)	-0,1042*** (0,0185)
β_1 : $\log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right)$	0,8085*** (0,0037)	0,8107*** (0,0035)	0,8084*** (0,0036)	0,8083*** (0,0036)
β_2 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right)$	0,0053 (0,0055)	-0,0612*** (0,0164)	-0,0457*** (0,0167)	-0,0448*** (0,0168)
β_3 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) \log\left(\frac{Empleados_{i,t}}{Ventas_{i,t}}\right)$		-0,0478*** (0,0030)	-0,0417*** (0,0030)	-0,0424*** (0,0030)
β_4 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) \log\left(\frac{Activo_{i,t}}{Ventas_{i,t}}\right)$		-0,0747*** (0,0025)	-0,0733*** (0,0025)	-0,0731*** (0,0025)
β_5 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) dS_{i,t}$		0,0280*** (0,0064)	0,0421*** (0,0072)	0,0419*** (0,0072)
β_6 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) PIB_t$		0,0091*** (0,0013)	0,0134*** (0,0014)	0,0136*** (0,0014)
β_7 : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) FCF_{i,t}$			0,0002*** (0,0001)	0,0002*** (0,0001)
β_8 : $\log\left(\frac{Empleados_{i,t}}{Ventas_{i,t}}\right)$			-0,0198** (0,0035)	-0,0198** (0,0035)
β_9 : $\log\left(\frac{Activo_{i,t}}{Ventas_{i,t}}\right)$			-0,0101*** (0,0041)	-0,0099*** (0,0041)
β_{10} : $dS_{i,t}$			0,0215*** (0,0049)	0,0216*** (0,0049)
β_{11} : PIB_t			0,0068*** (0,0006)	0,0068*** (0,0006)
β_{12} : $FCF_{i,t}$			-0,0003*** (0,0000)	-0,0003*** (0,0000)
β_{13} : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) D_{Cooperativa}$				-0,0476** (0,0228)
β_{14} : $d_{i,t} \log\left(\frac{Ventas_{i,t}}{Ventas_{i,t-1}}\right) D_{Sociedad Anónima}$				-0,0220** (0,0095)
Número de observaciones	47,422 (3859)	47,422 (3859)	47,422 (3859)	47,422 (3859)
Adj-R2	0,7476	0,7711	0,7686	0,7686

Notas: * Nivel de significación 10 %. ** Nivel de significación de 5 %. *** Nivel de significación de 1 %.

dicho efecto es ligeramente inferior, tanto el incremento como la reducción de los costes. Además, permite aceptar la hipótesis 1 de existencia de costes pegajosos. También, la aplicación del modelo muestra su utilidad para la detección del comportamiento de costes pegajosos en el sector agrario, tal y como han puesto de manifiesto otros trabajos a nivel industrial para otros sectores empresariales (Anderson *et al.*, 2003; Kama y Weiss, 2013; Cannon, 2014) o para distinción entre pequeñas y medianas empresas (Dalla Via y Perego, 2014).

Estos resultados comparados con otros sectores de empresas españolas como son el sector de los muebles y restauración y alojamiento (Marín Vinuesa *et al.*, 2011) difieren notablemente, situándose en valores intermedios de ambos sectores. Así, se muestra una contribución a la diversidad de comportamiento en los costes pegajosos por industrias tal y como apuntaba Banker *et al.* (2010) y como se obtiene en diversos estudios a nivel internacional que comparan diversos países europeos y empresas americanas (Calleja *et al.*, 2006) en empresas Brasileñas (de Medeiros y Costa, 2004) o españolas (Jouber, 2019). La hipótesis 2 es aceptada también con los resultados obtenidos, indicando que la acumulación de reducciones en el volumen de ventas en varios periodos conlleva unos menores costes pegajosos (Banker y Byzalov, 2014), lo cual pone de manifiesto el retardo en la toma de decisiones gerenciales y como el gerente ajusta los costes cuando las ventas se ven reducidas en varios periodos consecutivos.

La hipótesis 3, por su parte, no puede ser aceptada, lo que conlleva que no es posible afirmar que en periodos de crecimiento económico los costes pegajosos sean mayores, al contrario, son menores, lo cual contradice los resultados obtenidos inicialmente por Anderson *et al.* (2003) y confirmada por otros autores (Banker *et al.*, 2013; Zhong *et al.*, 2020), aunque en la literatura más reciente se encuentran trabajos que evidencian que un

alto crecimiento económico conlleva menores costes pegajosos (He *et al.*, 2011; Bugeja *et al.*, 2015; Li y Zheng, 2017; Prabowo *et al.*, 2018; Costa y Habib, 2021; Hartlieb *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2020).

Por otra parte, la incorporación de la variable intensidad de empleados y activo parece indicar que las empresas agrarias con mayor intensidad en empleados y activos presentan un mayor comportamiento de costes pegajosos, resultado que es consistente con el modelo de Anderson *et al.* (2003) y que posteriormente ha sido reafirmado con otros trabajos que abordan los costes de personal para diversos países (Banker *et al.*, 2013; Prabowo *et al.*, 2018) para empresas belgas (Dierynck *et al.*, 2012), para el caso de los activos en empresas de 20 países (Banker *et al.*, 2010) o el estudio comparativo de empresas americanas y europeas (Calleja *et al.*, 2006). Este efecto conlleva la aceptación de las hipótesis 4 y 5, resultando ser las empresas, con mayor carga en empleados y en activos, más costoso llevar a cabo los ajustes en costes en comparación con aquellas empresas que presentan un menor número de empleados y de activos.

El problema de la agencia y sus costes, aproximados por el concepto de flujo de caja libre ha permitido testear la hipótesis 6. Los resultados obtenidos incumplen dicha hipótesis (Chen *et al.*, 2012) y trabajos que incluyen el flujo de caja para analizar el problema de los costes de agencia (Banker y Byzalov, 2014; Venieris *et al.*, 2015; Hartlieb *et al.*, 2020; Makni Fourati *et al.*, 2020). Esto implica que el conflicto presentando entre el gerente y los grupos de interés no deriva en incrementos de costes pegajosos. No obstante, existe cierta literatura que presentan resultados similares con la inconsistencia de la teoría de la agencia, como son el trabajo que relaciona la responsabilidad social corporativa y los costes pegajosos (Habib y Hasan, 2019).

Finalmente, se acepta la hipótesis 7 que establece que los costes pegajosos pueden ser explicados por el tipo de empresa. En concre-

to, existen mayores costes pegajosos para aquellas empresas configuradas bajo la denominación de Cooperativa y Sociedad Anónima en comparación a la limitada. Es posible que detrás de este resultado se pueda situar el tipo de gestión que se lleva a cabo en cada una de ellas, siendo más fácil el proceso de las tomas de decisiones en las sociedades limitadas en comparación a las cooperativas o sociedad anónimas que tienen unos órganos de gestión y toma de decisiones más complejos de cara a los posibles ajustes en los costes.

Conclusiones

El trabajo, desde el análisis de los costes generales, de administración y de ventas, ante cambios en las ventas, ha conseguido demostrar que se da un fuerte apoyo en la teoría que defiende que los costes pegajosos surgen como resultados de las decisiones tomadas por los gerentes, en función de las perspectivas futuras, resultado que es inconsistente con los modelos tradicionales de comportamiento de costes. En concreto, se observa un comportamiento asimétrico en la variación de los costes. Además, los resultados sugieren que empresas con mayor número de empleados y de activos, incurren en costes pegajosos mayores. Se aprecia que periodos de crecimiento macroeconómico y niveles altos de flujos de caja libre no incurren en costes pegajosos. Finalmente, se observa que los gerentes presentan una visión de planificación en periodos de tiempo mayor al año, al ajustar en mayor medida los costes y reducir la asimetría producida en el corto plazo.

Los resultados obtenidos permiten un mayor entendimiento en el análisis financiero de la empresa agraria, ya que un entendimiento mayor del grado de comportamiento en los costes permite incorporar en los modelos de predicción empresarial dicho componente para la elaboración de informes internos y en el ámbito de la auditoría.

Entre posibles futuras líneas de investigación, deberían ser analizados los costes de personal en mayor profundidad y de forma paralela, analizar los costes derivados de los activos, así como realizar un análisis de la influencia de los costes pegajosos en otras magnitudes empresariales.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación proporcionada por la Junta de Extremadura y los fondos FEDER (GR21125).

Referencias bibliográficas

- Abdullah AAH (2020). Impact of cost stickiness on financial disclosure quality: A study in the Saudi Arabian context. *Investment Management and Financial Innovations* 17(4): 145-151. [https://doi.org/10.21511/imfi.17\(4\).2020.14](https://doi.org/10.21511/imfi.17(4).2020.14).
- Anderson MC, Banker RD, Janakiraman SN (2003). Are selling, general, and administrative costs "sticky"? *Journal of Accounting Research* 41(1): 47-63. <https://doi.org/10.1111/1475-679X.00095>.
- Balakrishnan R, Gruca TS (2008). Cost stickiness and core competency: A note. *Contemporary Accounting Research* 25(4): 993-1006. <https://doi.org/10.1506/car.25.4.2>.
- Banker RD, Byzalov D (2014). Asymmetric cost behavior. *Journal of Management Accounting Research* 26(2): 43-79. <https://doi.org/10.2308/jmar-50846>.
- Banker RD, Byzalov D, Chen LT (2013). Employment protection legislation, adjustment costs and cross-country differences in cost behavior. *Journal of Accounting and Economics* 55(1): 111-127. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2012.08.003>.
- Banker RD, Byzalov D, Plehn-Dujowich JM (2010). Sticky cost behavior: theory and evidence. *SSRN Electronic Journal* (215): 1-74. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1659493>.

- Bugeja M, Lu M, Shan Y (2015). Cost stickiness in Australia: characteristics and determinants. *Australian Accounting Review* 25(3): 248-261. <https://doi.org/10.1111/auar.12066>.
- Calleja K, Stelarios M, Thomas DC (2006). A note on cost stickiness: Some international comparisons. *Management Accounting Research* 17(2): 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2006.02.001>.
- Cannon JN (2014). Determinants of "sticky costs": An analysis of cost behavior using United States air transportation industry data. *The Accounting Review* 89(5): 1645-1672. <https://doi.org/10.2308/accr-50806>.
- Chen CX, Lu H, Sougiannis T (2012). The Agency Problem, Corporate Governance, and the asymmetrical behavior of selling, general, and administrative costs. *Contemporary Accounting Research* 29(1): 252-282. <https://doi.org/10.1111/j.1911-3846.2011.01094.x>.
- Cheng S, Jiang W, Zeng Y (2018). Does Access to capital affect cost stickiness? Evidence from China. *Asia-Pacific Journal of Accounting and Economics* 25: 177-198. <https://doi.org/10.1080/16081625.2016.1253483>.
- Ciftci M, Mashruwala R, Weiss D (2016). Implications of cost behavior for analysts' earnings forecasts. *Journal of Management Accounting Research* 28(1): 57-80. <https://doi.org/10.2308/jmar-51073>.
- Costa MD, Habib A (2021). Trade credit and cost stickiness. *Accounting and Finance* 61: 1139-1179. <https://doi.org/10.1111/acfi.12606>.
- Dalla Via N, Perego P (2014). Sticky cost behaviour: Evidence from small and medium sized companies. *Accounting and Finance* 54(3): 753-778. <https://doi.org/10.1111/acfi.12020>.
- de Medeiros OR, Costa PDS (2004). Cost stickiness in Brazilian firms. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.632365>.
- Dierynck B, Landsman WR, Renders A (2012). Do managerial incentives drive cost behavior? Evidence about the role of the zero earnings benchmark for labor cost behavior in private Belgian firms. *Accounting Review* 87(4): 1219-1246. <https://doi.org/10.2308/accr-50153>.
- Habib A, Hasan MM (2019). Corporate social responsibility and cost stickiness. *Business and Society* 58(3): 453-492. <https://doi.org/10.1177/0007650316677936>.
- Han S, Rezaee Z, Tuo L (2020). Is cost stickiness associated with management earnings forecasts? *Asian Review of Accounting* 28(2): 173-211. <https://doi.org/10.1108/ARA-04-2018-0096>.
- Hartlieb S, Loy TR, Eierle B. (2020). Does community social capital affect asymmetric cost behaviour? *Management Accounting Research* 46: 100640. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2019.02.002>.
- He D, Teruya J, Shimizu T (2010). Sticky selling, general, and administrative cost behavior and its changes in Japan. *Global Journal of Business Research* 4(4): 1-10.
- Javid S (2014). Effect of Working Capital Management on SME's Performance in Paskistan. *European Journal of Business and Management* 6(12): 206-221.
- Jouber H (2019). How does CEO pay slice influence corporate social responsibility? U.S.-Canadian versus Spanish-French listed firms. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 26(2): 502-517. <https://doi.org/10.1002/csr.1728>.
- Kama I, Weiss D (2013). Do Earnings Targets and Managerial Incentives Affect Sticky Costs? *Journal of Accounting Research* 51(1): 201-224. <https://doi.org/10.1111/j.1475-679X.2012.00471.x>.
- Kim M, Prather-Kinsey J (2010). An additional source of financial analysts' earnings forecast errors: Imperfect adjustments for cost behavior. *Journal of Accounting, Auditing and Finance* 25(1): 27-51. <https://doi.org/10.1177/0148558X1002500102>.
- Lee WJ, Pittman J, Saffar W (2020). Political uncertainty and cost stickiness: Evidence from national elections around the world. *Contemporary Accounting Research* 37(2): 1107-1139. <https://doi.org/10.1111/1911-3846.12547>.
- Li WL, Zheng K (2017). Product market competition and cost stickiness. *Review of Quantitative Finance and Accounting* 49(2): 283-313. <https://doi.org/10.1007/s11156-016-0591-z>.
- Loy TR, Hartlieb S (2018). Have estimates of cost stickiness changed across listing cohorts? *Journal of Management Control* 29(2): 161-181. <https://doi.org/10.1007/s00187-018-0263-3>.

- Makni Fourati Y, Chakroun Ghorbel R, Jarboui A (2020). Sticky cost behavior and its implication on accounting conservatism: a cross-country study. *Journal of Financial Reporting and Accounting* 18(1): 169-197. <https://doi.org/10.1108/JFRA-08-2018-0071>.
- Marín Vinuesa LM, Werbin E, Porporato M (2011). Una aplicación sobre el comportamiento de los costos a la industria española. *Revista de Dirección Y Administración de Empresas* (18): 173-188.
- Prabowo R, Hooghiemstra R, Van Veen-Dirks P (2018). State ownership, socio-political factors, and labor cost stickiness. *European Accounting Review* 27(4): 771-796. <https://doi.org/10.1080/09638180.2017.1329659>.
- Richardson S (2006). Over-investment of free cash flow. *Review of Accounting Studies* 11(2-3): 159-189. <https://doi.org/10.1007/s11142-006-9012-1>.
- Shleifer A, Vishny RW (2007). A survey of corporate governance. En: *Corporate Governance and Corporate Finance: A European Perspective* (Ed. Van Frederikslust RAD, Ang Js, Sudarsanam PS), pp. 52-90. Routledge, London, UK. <https://doi.org/10.4324/9780203940136>.
- Stulz RM (1990). Managerial discretion and optimal financing policies. *Journal of Financial Economics* 26(1): 3-27. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(90\)90011-N](https://doi.org/10.1016/0304-405X(90)90011-N).
- Subramaniam C, Watson MW (2016). Additional evidence on the sticky behavior of costs. *Advances in Management Accounting* 26: 275-305. <https://doi.org/10.1108/S1474-787120150000026006>.
- Sun R, Ho KC, Gu Y, Chen CC (2019). Asymmetric cost behavior and investment in R&D: Evidence from China's manufacturing listed companies. *Sustainability* 11(6): 1785. <https://doi.org/10.3390/su11061785>.
- Venieris G, Naoum VC, Vlismas O (2015). Organisation capital and sticky behaviour of selling, general and administrative expenses. *Management Accounting Research* 26: 54-82. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2014.10.003>.
- Werbin E, Marín Vinuesa LM, Porporato M (2012). Costos pegajosos (sticky costs) en empresas españolas: un estudio empírico. *Contaduría y administración* 57(2): 185-200.

(Aceptado para publicación el 18 de abril de 2022)

Aceptación del consumidor de la variedad tradicional Judía Blanca de Muniesa para la recuperación de su cultivo a escala comercial

Azucena Gracia^{1,2,*}, Ana María Sánchez^{2,3,a}, y Cristina Mallor^{2,3}

¹ Unidad de Economía Agroalimentaria, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza (España)

² Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Calle Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza (España)

³ Departamento de Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda Montañana 930, 50059 Zaragoza (España)

^a Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM Zaragoza). Avda. Montañana 1005, 50059 Zaragoza (España)

Resumen

Las variedades tradicionales están ligadas al origen y al territorio, lo que les confiere unas determinadas características, generalmente muy apreciadas por los consumidores locales. Por lo tanto, su cultivo puede constituir una alternativa para mitigar el abandono de las zonas rurales y mejorar su sostenibilidad económica y territorial. Este estudio se ha centrado en una variedad tradicional procedente de una zona rural marginal de la provincia de Teruel que se dejó de cultivar con fines comerciales. El objetivo es averiguar las posibilidades de volver a comercializar esta judía mediante un análisis de su aceptación por parte de los consumidores. En concreto, se analiza la intención de los consumidores de comprar diferentes tipos de judías secas (entre las que se encuentra la judía Blanca de Muniesa), considerando su aspecto exterior e información asociada (lugar de producción y características representativas), así como el tipo de envase preferido para la venta de estas judías de Muniesa. Para ello, se realizó un estudio cualitativo utilizando la metodología de grupo focal ("focus group" en inglés) a tres grupos homogéneos de consumidores de judías secas en dos ámbitos geográficos próximos a la zona de producción. Se puede concluir que la judía Blanca de Muniesa será aceptada por un segmento de personas que suelen consumir judías secas por sus características intrínsecas (tamaño, color o forma) pero también por su lugar de producción, por tratarse de un cultivo tradicional y por sus características agronómicas, al producirse en secano con poco consumo de agua.

Palabras clave: Aragón, Teruel, grupo focal, local, intención de compra, envase.

Consumer acceptance of the traditional variety 'Muniesa' bean for the recovery of its cultivation on a commercial scale

Abstract

Traditional varieties are linked to geographical origin and territory, bestowing upon them some intrinsic characteristics, generally highly appreciated by local consumers. Therefore, the cultivation of these va-

* Autor para correspondencia: agracia@cita-aragon.es

Cita del artículo: Gracia A, Sánchez AM, Mallor C (2023). Aceptación del consumidor de la variedad tradicional Judía Blanca de Muniesa para la recuperación de su cultivo a escala comercial. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(2): 172-189. <https://doi.org/10.12706/itea.2023.001>

varieties can be an alternative to other varieties and contribute to mitigate the abandonment of rural areas and to improve its economic and territorial sustainability. This study is focused on a traditional variety from a marginal rural area of the province of Teruel (Aragon) that was no longer cultivated for commercial purposes. The objective is to find out the viability to reinstate in the market this traditional landrace bean through an analysis of its acceptance by consumers. Specifically, the intention of consumers to buy different types of dry beans ('Muniesa' beans, among others) is analysed, considering their external appearance and associated information (place of production and representative characteristics), as well as the type of package. To do that, a qualitative study was carried out using a focus group conducted with three dry beans consumers groups in two geographical areas close to the production area. Results indicated that the 'Muniesa' traditional white bean will be accepted by a segment of consumers who usually consume dry beans because of their intrinsic characteristics (size, colour or shape) and their place of production and, in particular, because it is a traditional crop with specific agronomic characteristics that it is produced in non-irrigated land with little water requirements.

Keywords: Aragón, Teruel, focus group, local, intention to purchase, packaging.

Introducción

Las variedades tradicionales ofrecen un mayor valor añadido no sólo por ser producidas localmente sino porque evitan la pérdida de la biodiversidad y recuperan sabores y tradiciones asociadas al territorio donde se producen (Martínez-Carrasco *et al.*, 2015). Estas variedades tradicionales están muy ligadas al origen y al territorio lo que les confiere unas características intrínsecas particulares que pueden ser apreciadas por los consumidores o, por lo menos, por los consumidores locales. Por lo tanto, el cultivo de variedades locales puede ser una alternativa a la utilización de variedades comerciales lo que permitirá mitigar el abandono de las zonas rurales y mejorar su sostenibilidad económica y territorial (Pérez-Caselles *et al.*, 2020). Además, los alimentos obtenidos de estas variedades tradicionales serán capaces de satisfacer la demanda de los consumidores cada día más interesados en los productos locales y en la protección del medioambiente (Brugarolas *et al.*, 2009). En nuestro caso concreto, nos centraremos en la judía Blanca de Muniesa que es una judía tradicional de la localidad de Muniesa, en la Comarca de las Cuencas Mineras de Teruel, de reconocida calidad organoléptica en la zona. Antiguamente, todas las casas cultiva-

ban este tipo de judía para autoconsumo y en algunos casos para la venta. La judía de Muniesa se cita en unos informes sobre el estado de la agricultura y la ganadería ovina de 1802, recopilados por la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, en 20 localidades del sur de la provincia de Zaragoza y norte de la de Teruel, que ha sido analizado por Lozano-Allueva (2018). El estudio documenta que la introducción de las judías en Muniesa dataría de hace aproximadamente 200 años. Se cultivaban en casi todos los pueblos estudiados, pero en Muniesa era donde más tierra se le dedicaba, 800 jugadas, lo que se corresponde con aproximadamente 358 hectáreas. Actualmente, muy pocos agricultores la siguen produciendo para consumo familiar. Morfológicamente se trata de una judía de color blanco, forma entre cúbica y arriñonada y tamaño pequeño (100 granos pesan entre 37 g y 40 g), que se consume principalmente como judía seca. Agronómicamente, se trata de una especie leguminosa que se cultiva en secano y destaca por su adaptación a las condiciones locales de baja pluviometría y, como cualquier cultivo de leguminosa, por su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo por la fijación de nitrógeno atmosférico. Por otro lado, el consumo de legumbres proporciona importantes benefi-

cios para la salud como lo indica el hecho de que las legumbres, por su perfil nutricional, son susceptibles de poder utilizar hasta 12 declaraciones nutricionales y 4 de salud de las recogidas en el Reglamento (CE) No 1924/2006 sobre declaraciones nutricionales y de salud en los alimentos (DOUE, 2006). Su principal atractivo nutricional es su aporte en proteína vegetal. Concretamente, la judía de Muniesa tiene un contenido en proteína del 26 %, un valor superior a la media de 29 judías procedentes de Teruel y conservadas en el Banco de Germoplasma Hortícola del CITA que fueron analizadas nutricionalmente (Mallor y Sánchez, 2019). Además, la judía es un alimento nutracéutico, y por tanto su consumo se considera beneficioso para la salud, debido a la presencia de compuestos fenólicos con actividad antimutagénica, anticancerígena y antioxidante (Lioi y Piergiovanni, 2015).

El objetivo de este trabajo es averiguar las posibilidades de volver a cultivar esta judía tradicional con fines comerciales mediante un análisis de su aceptación por parte de los consumidores locales. Estudios previos sobre las preferencias de los consumidores hacia variedades tradicionales han remarcado la importancia de poner en valor estos recursos genéticos y sugieren que estos productos pueden ser aceptados por los consumidores (Pérez-Caselles et al., 2020; Bairagi et al., 2021; Posadinu et al., 2022). De esta manera, Lauterbach y Bantle (2020) estudiaron las actitudes hacia las variedades tradiciones vegetales utilizando un grupo de discusión. Estos autores concluyeron que los consumidores asocian positivamente las variedades tradicionales con sabor intenso, con un producto natural y con propiedades beneficiosas para la salud. Sin embargo, consideran como aspectos negativos, su mayor precio y menor vida útil. En referencia al mayor precio de estos vegetales de variedades tradicionales, numerosos estudios han calculado la disposición a pagar de los consumidores por estas

variedades tradicionales utilizando diferentes metodologías (experimento de elección, valoración contingente, etc.). En primer lugar, se pueden citar varios estudios llevados a cabo en España (Brugarolas et al., 2009; Pérez-Caselles et al., 2020 para tomates; Gracia et al., 2020 para zanahorias). Estos estudios concluyen que los consumidores están dispuestos a pagar un mayor precio por tomates y zanahorias de variedades tradicionales que varían dependiendo del producto analizado. También para tomates, pero en Italia, Rocchi et al. (2016) y Posadinu et al. (2022), utilizando valoración contingente y experimento de elección respectivamente, calcularon la disposición a pagar por dos variedades tradicionales. Sus resultados indican que los consumidores están dispuestos a pagar por una variedad tradicional un precio extra que es superior al precio al que se están vendiendo en el mercado. Meier y Oehen (2019) calculan la disposición a pagar por variedades del agricultor para tomates en cuatro países europeos (Suiza, Francia, Italia y España) utilizando el método de valoración contingente. Sus resultados muestran que la disposición a pagar por estas variedades tradicionales del agricultor es positiva, aunque de escasa magnitud y difiere por país, siendo significativamente mayor en Suiza y menor en España donde incluso dos segmentos de consumidores no están dispuestos a pagar por ellas.

Las características de los productos que influyen en la decisión de compra de los consumidores son numerosas y se pueden dividir en atributos de búsqueda (aquellos que se pueden evaluar antes de la compra), de experiencia (los que solo se pueden valorar después de que el producto es consumido) y los de confianza (los que no pueden ser conocidos por los consumidores ni en la compra ni después de su consumo, por lo que es necesario recibir información adicional sobre el mismo a través de la etiqueta, una certificación, etc.) (Nelson, 1970). De manera alter-

nativa, los atributos se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos (Olson y Jacoby, 1972). Los primeros se definen como las propiedades propias del producto que no pueden ser cambiadas o manipulados sin modificar al mismo tiempo las características físicas del propio producto (color, sabor, olor, contenido vitamínico, tamaño, etc.). Los atributos extrínsecos son aquellos que se relacionan con el producto, pero no forman parte del producto físico (envase, marca, precio, procedencia, etc.). De esta manera, en la primera compra del producto, el consumidor solo observa los atributos de búsqueda (color, tamaño, apariencia externa, etc.) y los de confianza (certificación, valor nutricional, etc.) y, ciertas características extrínsecas (envase, precio, etc.) Por lo tanto, el consumidor elige comprar un producto basándose exclusivamente en estos aspectos externos (Tarancón et al., 2021) o, en ciertos atributos extrínsecos como las marcas o distintivos de calidad (Resano y Sanjuán, 2017). En el caso de las frutas y hortalizas, estudios previos indican que las características que más influyen en la decisión del consumidor son el color, el tamaño, la forma y la apariencia exterior (búsqueda), el sabor, aroma y la textura (experiencia) y su valor nutricional y su beneficio para la salud (confianza) (Barrett et al., 2010; Moser et al., 2011; Oltman et al., 2014; Posadinu et al., 2022). Si nos centramos en las judías secas, los estudios sobre las preferencias de los consumidores se han llevado a cabo en Brasil y diferentes países de África y se han analizado las características que influyen en la decisión de compra de las judías (Zulu, 2019; Kilima y Bolle, 2020; Kläsener et al., 2020; Swema y Mwinuka, 2021). Los resultados indican que los atributos más importantes son el color y el tamaño de las judías (búsqueda) junto con el tiempo de cocción y la calidad de la salsa (experiencia). También se ha detectado que la elección del color de las judías se encuentra relacionado con los hábitos de consumo de la zona de tal

manera que el color es determinante a la hora de elegir las judías. Por lo tanto, el aspecto exterior es el primer criterio que los consumidores tienen en cuenta para juzgar la calidad de las frutas y hortalizas e influye en su decisión de compra (Carneiro et al., 2022). Por ello, el estudio de los consumidores locales se ha centrado en analizar su intención de comprar diferentes judías secas (entre las que se encuentra la judía Blanca de Muniesa) teniendo en cuenta solo su aspecto exterior e información sobre el lugar de producción y sus características más representativas y averiguar el tipo de envase preferido para la venta de estas judías de Muniesa. Además, se ha estudiado la importancia asignada por los consumidores a las principales características intrínsecas y extrínsecas de las judías secas en el momento de su compra y sus hábitos de compra y consumo. Para ello, se realizó un estudio cualitativo utilizando la metodología de grupo focal ("focus group" en inglés) a tres grupos homogéneos de consumidores de judías secas en dos ámbitos geográficos próximos a la zona de producción.

Material y métodos

Para realizar el estudio, se decidió utilizar un método cualitativo al tratarse de un nuevo producto sobre el que no existe ninguna información sobre las necesidades y preferencias de los posibles consumidores. Los métodos cualitativos son también apropiados cuando el objetivo primordial es establecer las formas de comercialización y diseñar la comunicación y promoción del producto estudiado, además de ser menos costosos. De esta manera, con pocos recursos económicos, los resultados de los análisis cualitativos son una herramienta útil para obtener información con la que diseñar la comunicación del nuevo producto, establecer la forma de comercialización, generar ideas sobre el

diseño del producto, como el envase, y proponer futuros estudios cuantitativos que ofrezcan información más precisa que permita, por ejemplo, establecer las estrategias de precio (Alonso et al., 2017).

En concreto, entre las técnicas cualitativas tradicionales como la observación, la entrevista en profundidad y el grupo focal se ha seleccionado este último porque permite obtener con suficiente profundidad información valiosa respecto a conocimientos, actitudes, percepciones, creencias y experiencias de los consumidores sobre el producto objeto de estudio (Aigner, 2002).

Grupo focal: descripción

Un grupo focal se puede definir como la reunión de un grupo de individuos seleccionados para discutir y elaborar, desde la experiencia personal, un tema que es objeto de investigación. En un grupo focal es necesario asegurar que los participantes tienen una experiencia específica sobre la temática de investigación y requiere de la presencia de un moderador, que suele ser el investigador, que siguiendo un guion hace las preguntas y mantiene activa la conversación con el grupo reconduciendo al tema objeto de estudio en todo momento (Aigner, 2002).

El grupo focal puede involucrar un solo grupo de participantes en una única sesión o diferentes grupos en una o más sesiones. Sin embargo, se considera más adecuado tener al menos dos grupos de entre seis y doce personas con características individuales semejantes para garantizar la homogeneidad (Alonso et al. 2017). Por lo tanto, el muestreo de un grupo focal es de conveniencia y los participantes seleccionados deben ser conocedores del tema a estudiar o consumidores del producto a analizar.

Según que el grado de moderación sea más o menos directivo se elabora un guion de en-

trevista más o menos estructurada. Normalmente el guion debe contener una serie de preguntas abiertas cuya formulación es flexible partiendo de temáticas generales y llegando a las específicas, abordando las cuestiones claves en el centro de la discusión. Adicionalmente, la guía puede contener actividades complementarias como por ejemplo la valoración del producto y sus atributos, ofrecer al consumidor la opción de elegir un producto entre un conjunto de alternativas como paso previo a la discusión de los motivos de elección (Alonso et al., 2017).

Participantes

En este estudio se llevaron a cabo tres sesiones de grupos de discusión realizadas en los meses de julio y septiembre de 2018, mayoritariamente a mujeres amas de casa encargadas de la compra de alimentos y de cocinar en el hogar que consumían judías secas (solo dos indicaron no consumirlas). En las tres sesiones, con una duración aproximada de 1 hora, participaron un total de treinta y cuatro consumidores que no recibieron compensación económica por su participación al tratarse de personas voluntarias reclutadas por asociaciones de consumidores. Se seleccionaron dos ámbitos geográficos, uno de ellos, Alcañiz, una localidad cercana a la zona de producción de la judía de Muniesa y el otro, Zaragoza, capital de la región donde se producen las judías y donde se concentra la mayor parte de la población, y por tanto los consumidores potenciales. En la primera de ellas se realizó un grupo focal y en la segunda dos. Los tres grupos, salvo por la localización geográfica, tenían las mismas características personales mencionadas anteriormente, pero se diferencian en otros aspectos (Tabla 1). La edad media es inferior en el grupo 1 y mayor en el grupo 3 de la misma manera que el tamaño del hogar es mayor en el grupo 1 y más reducido en el grupo 3. Se observa que el ni-

vel de estudios difiere entre los tres grupos y mientras en el grupo 1 todos los participantes tienen estudios secundarios (70 %) o superiores (30 %), el grupo 2 está formado mayoritariamente por personas con estudios secundarios (60 %) y el grupo 3 por personas

de estudios primarios (77 %). Relacionado con lo anterior, el nivel de renta del grupo 1 es más elevado que el del grupo 2 y, sobre todo, que el del grupo 3 donde el 71 % de los participantes indican tener una renta neta mensual inferior a 1.000 €.

Tabla 1. Características sociodemográficas y económicas y hábitos de compra y consumo de los participantes en los grupos focales (% , salvo indicación).

Table 1. Sociodemographic and economic characteristics and purchasing and consumption habits of the participants in the focus groups (% , unless stated).

	Grupo 1 n = 10	Grupo 2 n = 10	Grupo 3 n = 14	Total n = 34
Mujer	70,0	80,0	100,0	91,2
Edad (media)	53,8	61,0	70,6	62,9
Estudios				
Primarios	0,0	30,0	76,9	39,4
Secundarios	70,0	60,0	23,1	48,5
Superiores	30,0	10,0	0,0	12,1
Renta neta ^a				
≤1000 €/mes	0,0	33,3	71,4	33,3
1001-1500 €/mes	12,5	33,3	14,3	20,8
1501-2500 €/mes	25,0	33,3	14,3	25,0
>2500 €/mes	62,5	0,0	0,0	20,8
Tamaño del hogar (media)	3,4	2,3	2,0	2,5
Más de 20 años viviendo en Aragón	90,0	90,0	92,8	91,2
Frecuencia de compra de alimentos				
A menudo	70,0	50,0	0,0	35,3
Siempre	30,0	50,0	100,0	64,7
Frecuencia de cocinado (todos o casi todos los días)	80,0	100,0	100,0	93,9
Frecuencia de consumo judías secas				
Menos de una vez al mes	22,2	12,5	41,7	27,6
1-3 veces al mes	33,3	37,5	25,0	31,0
Una o varias veces a la semana	44,5	50,0	33,3	41,4

^a Alrededor del 30 % de los participantes no quisieron indicar su nivel de renta.

Guion de la investigación

Se diseñó una guía de preguntas estructurada de acuerdo con los objetivos de la investigación. De esta manera, la guía constaba de 4 partes (Tabla 2). En la primera, se muestran fotos de siete diferentes judías secas (blancas, pintas, negras, etc.) y se pide a los participantes que seleccionen la que seguro comprarían y la que seguro no comprarían antes de indagar los motivos de estas elecciones (una de estas judías era la judía Blanca de Muniesa) (Figura 1). En segundo lugar, se les mostraron 5 judías blancas (entre las que estaba la judía de Muniesa) y se les pidió de nuevo que indicasen la que seguro comprarían y la que seguro no, así como los motivos de su elección (Figura 2). A continuación, se les dio información sobre el lugar de producción de estas 5 judías blancas y se les pidió de nuevo que indicasen la que seguro comprarían y la que no comprarían y los motivos de esta elección. Seguidamente, se les ofreció información (escrita y leída) sobre la judía Blanca de Muniesa¹ y se les preguntó cuánto les gustaba en general esta judía de Muniesa, su tamaño y su forma y los aspectos que más les habían gustado y los que menos. A continuación, se les presentaron 6 tipos de envases diferentes y se les pidió que dijese cuál preferían para las judías de Muniesa (Figura 3) y por qué. Finalmente, se les muestra una serie de características de las judías secas (tamaño, color, precio, etc.) y se les pide que valoren la importancia que tiene cada una de ellas a la hora de comprar judías secas y se les formula una serie de preguntas sobre sus hábitos de compra y consumo de judías secas (Tabla 2). Además de grabar en

audio las discusiones, los participantes recibieron una copia escrita del guion donde podían completar las valoraciones y elecciones solicitadas y también escribir sus motivaciones, si así lo deseaban. Las intervenciones fueron transcritas y se añadieron a una hoja Excel que se elaboró con todos los resultados que incluían también las valoraciones y elecciones efectuadas por escrito. Para el análisis de la información recolectada en las sesiones, se consideraron sobre todo los comentarios más mencionados y los menos. En la discusión de los resultados se han incluido algunos porcentajes para mostrar de forma orientativa la magnitud, pero hay que tener en cuenta que esta cuantificación no indica que los resultados sean generalizables.

Resultados

En primer lugar se describe la muestra de participantes y sus hábitos de compra y consumo de alimentos y de judías secas. A continuación, se presentan los resultados agrupados de acuerdo con los objetivos del estudio y las preguntas y tareas realizadas en las sesiones como se muestran en la tabla 2.

Descripción de la muestra y hábitos de compra y consumo

La mayoría de los participantes son mujeres y la mitad tienen estudios secundarios con una edad media de 63 años y que viven en hogares de 2,5 miembros de media (Tabla 1). Todos los participantes son los encargados habituales de comprar los alimentos del hogar y co-

1. La judía Blanca de Muniesa es un cultivo tradicional de la localidad turolense de Muniesa, en la Comarca de las Cuencas Mineras, de reconocida calidad en la zona. Se trata de una judía de color blanco y tamaño pequeño, que se consume principalmente como judía seca. Organolépticamente, se valora positivamente la piel, que apenas se aprecia, y la textura, que es mantecosa y de consistencia blanda. Se cultiva en secano y está adaptada a las condiciones locales de baja pluviometría.

Tabla 2. Objetivos y guion del grupo focal.

Table 2. Objectives and focus group guideline.

Objetivos	Dinámica y preguntas formuladas
Intención de consumir diferentes judías secas y en particular las Judías Blancas de Muniesa	1.- Se muestran las fotos de la Figura 1 ¿Qué judías compraría para cocinar en su hogar? ¿Qué judías seguro no compraría para cocinar en su hogar? Indique las razones/motivos de estas elecciones
	2.- Se muestran las fotos de la Figura 2 Mismas preguntas anteriores
	3. Se les ofrece información del lugar de producción de cada una de las judías Mismas preguntas anteriores
	4.- Se les ofrece información de las judías de Muniesa* ¿Cuánto le gustan estas judías de Aragón? y ¿su tamaño?, ¿su forma? ¿Qué aspectos le gustan más y menos de estas judías de Muniesa y las razones?
Envases preferidos para las judías de Muniesa	Se les muestra los envases de la Figura 3 ¿Qué envase le gusta más para vender las judías de Muniesa? ¿Qué envase le gusta menos para vender las judías de Muniesa? Indique las razones/motivos de estas elecciones
Valoración de las principales características de las judías secas	Los participantes reciben una lista de características de las judías secas: tamaño de la judía, precio, formato de venta, color de la judía, que sean ecológicas, tamaño del paquete, marca comercial y lugar donde han sido producidas. Y deben indicar la importancia que tienen cada una de ellas a la hora de comprar judías secas
Hábitos de compra y consumo de judías secas	¿Suele comprar legumbres?, ¿secas?, ¿cocidas?, ¿cocinadas? ¿Qué legumbres secas suele comprar? ¿En qué formato compra las judías secas? ¿En qué tienda las compra? ¿Con qué frecuencia las consume en el hogar?

* La judía Blanca de Muniesa es un cultivo tradicional de la localidad turolense de Muniesa, en la Comarca de las Cuencas Mineras, de reconocida calidad en la zona. Se trata de una judía de color blanco y tamaño pequeño, que se consume principalmente como judía seca. Organolépticamente, se valora positivamente la piel, que apenas se aprecia, y la textura, que es mantecosa y de consistencia blanda. Se cultiva en secano y está adaptada a las condiciones locales de baja pluviometría.



Figura 1. Judías secas.

Figure 1. Dried beans.

1. Alubia blanca riñón. Argentina; 2. Judía blanca de Muniesa. Aragón (CITA); 3. Alubia pinta. Canadá (comercial 3); 4. Alubia morada. Nacional; 5. Alubia negrita. Argentina; 6. Alubia palmeña. No se indica procedencia; 7. Judía Caparrona. Aragón (CITA).



Figura 2. Judías blancas secas.

Figure 2. Dried white beans.

1. Alubia blanca riñón. Argentina; 2. Judía blanca de Muniesa. Aragón (CITA); 3. Alubia granja. Polonia; 4. Alubia blanca. No UE. Agricultura Ecológica; 5. Alubia riñón. Castilla y León. Con DOP.



Figura 3. Envases posibles para las judías de Muniesa.
Figure 3. Possible packages for Muniesa beans.

cinan los alimentos todos o casi todos los días (93,9 %). Como se ha indicado anteriormente, los participantes debían ser consumidores de judías secas y sólo 2 indicaron no consumirlas en su hogar. Alrededor de un 40 % de los participantes consumen judías secas semanalmente y un 27 % las consumen menos de una vez al mes. Las judías secas las compran mayoritariamente envasadas en paquetes de 1 kg y 8 participantes las compraban a granel. La mayoría compran las judías secas en los supermercados (74 %), solo 1 participante directamente al productor, 6 en verdulerías y 4 en tiendas de ultramarinos.

Intención de consumir judías secas

Judías secas

Cuando se les ofrece diferentes judías secas (blancas, pintas, oscuras) (Figura 1), los participantes indicaron como judías que seguro comprarían las judías blancas, en concreto, las más mencionadas fueron las judías blancas riñón de Argentina y las judías blancas de Muniesa (Tabla 3). Sin embargo, las judías caparronas que siendo mayoritariamente blancas tienen cierto color en un extremo también fueron elegidas por 7 participantes. Las razones para elegir estas judías Caparronas

Tabla 3. Intención de compra de judías secas y motivos de compra y no compra de las mismas (%).
Table 3. Intention to purchase dried beans and reasons for buying and not buying (%).

Tipo de judía	Seguro compra	Seguro NO compra	Motivos de compra y no compra
1 Alubia blanca riñón de Argentina	26,5	11,8	Las conozco (3); Las blancas me gustan más (1); ya las compro (1); se parecen a las que compro (1); es más común (1)*
2 Judía blanca de Muniesa	26,5	0,0	Parece más fina (3); Por ser pequeñas (2); por su color blanco claro (1); piel más suave (1); por su tamaño y textura (1); es la más común (1); más conocida (1); son más planas (1)*
3 Alubia pinta	14,7	0,0	
4 Alubia morada	2,9	11,8	
5 Alubia negrita	5,9	67,7	No conocidas (9); no las he probado (3); por su color negro (2); no es autóctona y me gusta lo tradicional (1)**
6 Alubia palmeña	2,9	8,7	
7 Judía Caparrona	20,6	0,0	Las conozco (1); son buenas (1); son finas (1); se cuecen fácil (1); me gustan (1); son bonitas (1)*

* Motivos por los que las comprarían las judías; ** Motivos por los que no las comprarían; Entre paréntesis aparece el número de menciones de cada motivo.

fueron: “las conozco, son buenas, son finas, me gustan, son bonitas y se cuecen fácil”, aunque algún participante indicó que “es difícil de encontrarlas en los supermercados”.

El motivo más mencionado para elegir comprar las judías blancas riñón de Argentina fue que las conocen (3 participantes). Además, otros motivos mencionados exclusivamente una vez son que ya las compran o se parecen a las que compran y que es más común. En el caso de la judía Blanca de Muniesa objeto de estudio, los principales motivos manifestados por los participantes para comprarlas fueron por su apariencia de ser más fina y su menor tamaño. Otros aspectos mencionados se relacionan con la textura, color, forma y conocimiento (Tabla 3). Estudios previos indican que el color y el tamaño son los aspectos más importantes a la hora de elegir las judías secas (Tumeo et al., 2017; Kilima y Bolle, 2020; Kläsener et al., 2020 y Swema y Mwinuka, 2021). Sin embargo, Zulu (2019) encontró que el color es una característica importante a la hora de elegir las judías secas mientras que el tamaño no tiene un efecto significativo en dicha elección. Por otra parte, las judías que indicaron que seguro no comprarían son las negras y el motivo mencionado numerosas veces fue “no las conozco” seguido por “no las he probado” y “por su color negro”. De la misma manera, Kläsener et al. (2020) manifiesta que los consumidores brasileños seleccionan las judías negras porque las conocen y están acostumbrados a consumirlas y por su color negro. Por lo tanto, el conocimiento y la costumbre de consumirlas parece ser factores importantes en la elección de las judías.

Judías secas blancas

Cuando se les ofreció diferentes judías blancas secas (Figura 2), un mayor número de participantes comprarían las judías riñón de Argentina y las judías riñón con DOP Castilla y León (Tabla 4). En este caso, solo 3 participantes dijeron que comprarían las judías de

Muniesa. Los motivos por los que comprarían las judías riñón de Argentina fueron: “tamaño y color apetecible” (1); “por su aspecto visual” (1); “las encuentro en el mercado” (1); “es la de siempre” (1) y “me gustan” (1).

Los motivos indicados para comprar las judías riñón con DOP Castilla y León fueron: “se parecen a las que consumo” (3); “buen tamaño y aspecto” (1); “por su tamaño medio” (1); “me gustan” (1) y “son las que más he cocinado” (1). Hay tres participantes que dicen que las judías riñón de Argentina y las judías riñón con DOP Castilla y León son parecidas. Por otra parte, las judías blancas que seguro no comprarían fueron las ecológicas producidas fuera de la UE y las de Polonia. Como se puede observar en las fotos del Figura 2 las judías de Polonia son las más grandes y las ecológicas las más pequeñas. Este resultado indica que los consumidores prefieren judías de tamaño medio. Esta apreciación se corrobora cuando se tienen en cuenta las razones por las que los participantes no las comprarían. En el caso de las judías de Polonia (3) los motivos mencionados para no comprarlas fueron: “me parecen muy grandes” (2) “y bastas” (2); “me gustan más pequeñas” (1); “tienen una forma muy rara” (1) y “dan la impresión de tener un hollejo duro” (1).

Las judías ecológicas de fuera de la Unión Europea son rechazadas principalmente por los consumidores porque “no son conocidas” (8) “por su tamaño, son pequeñas” (3) y “porque parecen lentejas” (3). Este resultado, que indica que los consumidores aragoneses prefieren las judías secas de tamaño medio, se encuentra en contradicción con estudios previos en los que los consumidores de Tanzania (Kilima y Bolle, 2020; Swema y Mwinuka, 2021) prefieren las judías de mayor tamaño.

Judías secas blancas con información del lugar de producción

Cuando reciben información sobre el lugar de producción de las diferentes judías blancas, la mayoría de los participantes compra-

Tabla 4. Intención de compra de judías blancas secas y motivos de compra y no compra de las mismas (%).
Table 4. Intention to purchase dry white beans and reasons for buying and not buying (%).

Tipo de judía	Seguro compra	Seguro NO compra	Motivos de compra y no compra
1 Alubia blanca riñón de Argentina	29,4	2,9	Tamaño y color apetecible (1); por su aspecto visual (1); las encuentro en el mercado (1); es la de siempre (1); me gustan (1)*
2 Judía blanca de Muniesa	8,8	2,9	Tamaño (1); me gusta (1)
3 Alubia granja de Polonia	23,5	35,4	Me parecen muy grandes (2); parecen más bastas (2); me gustan más pequeñas (1); tienen una forma muy rara (1); da la impresión de tener un hollejo duro (1)**
4 Alubia blanca ecológica	5,9	58,8	No las conozco (8); por su tamaño, son pequeñas (3); parecen lentejas (3); no me gustan (1); parecen más duras (1)**
5 Alubia riñón de la DOP Castilla y León	32,4	0,0	Se parecen a las que consumo (3); buen tamaño y aspecto (1); por su tamaño medio (1); me gustan (1); son las que más he cocinado (1)*

* Motivos por los que las comprarían las judías; ** Motivos por los que no las comprarían; Entre paréntesis aparece el número de menciones de cada motivo.

rían las judías de Muniesa (73,5 %), aunque todavía el 20,6 % de los participantes elegirían las judías riñón con DOP Castilla y León. En las razones de estas elecciones existe unanimidad. Los que eligen las judías de Muniesa indican que las comprarían "por ser de Aragón (mi tierra, cercanía...)" (18), "por su tamaño" (1), "su aspecto" (1) y "por ser más finas" (1) y los que comprarían las judías riñón con DOP Castilla y León, lo hacen porque estas judías "tienen buena fama" (2), "les gusta más su aspecto" (1) y "son muy buenas" (1). Por el contrario, la mayoría de los participantes no comprarían las judías ecológicas de fuera de la Unión Europea (76,6 %) mientras que 5 indican que no comprarían las judías de Polonia (14,7 %). En este caso, el rechazo de las judías ecológicas de fuera de la Unión Europea no es por desconocimiento o tamaño como en el apartado anterior sino porque

no se indica el lugar en el que se han producido. Las judías de Polonia no las comprarían "por la radioactividad de la zona" (1) y "por ser muy grandes" (1).

Judía Blanca de Muniesa

Después de ofrecerles información sobre la judía de Muniesa se les pide que indiquen cuánto les ha gustado en conjunto estas judías de Muniesa y cuánto su tamaño y su forma.

La valoración global es buena ya que todos los participantes indican que por lo menos les gustan ligeramente estas judías de Muniesa, con 10 participantes a los que les gusta moderadamente, 11 a los que les gusta mucho y 8 a los que les gusta muchísimo. Resultados similares se han obtenido para la forma de esta judía. Sin embargo, en el tamaño, las valoraciones son más heterogéneas y, por ejemplo,

1 participante indica que le disgusta el tamaño de estas judías, otro dice que ni le gusta ni le disgusta, mientras que sólo 5 participantes indican que les gustan muchísimo. De esta manera, a un 38 % de los participantes les gustan mucho el tamaño de las judías de Muniesa y a un 30 % les gusta moderadamente.

Finalmente, una vez que los participantes tienen toda la información sobre las judías de Muniesa se les pide que digan los aspectos que más les gusta y los que menos. Como aspecto negativo mencionan el pequeño tamaño (6 participantes), grano poco lleno (2), muy planas (1) y tamaño poco homogéneo (1). El resto de los participantes no mencionaron ningún aspecto negativo. Sin embargo, indican numerosos aspectos positivos entre los que se encuentran los siguientes: "tamaño pequeño" (7); "piel y textura mantecosa" (6); "textura fina" (3); "color claro" (2); "aspecto" (2); "ser de Aragón" (2); "de producción local, tradicional, adaptada y producido de forma sostenible con poca agua" (2); "sin manipulación genética" (2) y "cultivo tradicional" (2).

Varios participantes mencionaron que para valorarlas mejor les gustaría probarlas.

Envases preferidos para las judías de Muniesa

A continuación, se les mostró los 6 diferentes envases que aparecen en el Figura 3 y los participantes debían indicar el que más les gustaba y el que menos para vender envasadas las judías de Muniesa. Más de la mitad de los participantes preferían el envase de tela con ventana y casi un 15 % el envase de tela cerrado. Los envases que menos les gustaron fueron los de plástico y en particular, el de malla de plástico que fue seleccionado como el peor envase por el 56 % de los participantes seguido del envase de plástico tradicional que fue rechazado por el 26 % de los mismos (Tabla 6).

Los motivos por lo que preferían el envase de tela fue por "ser más tradicional" (3), "por su presencia y aspecto" (2), "tener un aire más rústico" (1), "más natural" (1), "se puede reutilizar" (1) y "denota calidad" (1) y además valoran positivamente el que lleve una ventana "porque así se puede ver el producto" (11). Por el contrario, los detractores de los envases de plástico indicaron que "genera residuos" (3), "contamina" (2) y "es menos ecológico" (1). Además, en el caso de la malla coinciden en mencionar que es "menos higiénico" (3), "las judías se secan" (2), "se pueden romper y se caerán fácilmente al abrirlo" (2), "menos atractivo" (2), "puede entrar el polvo" (1) y "afecta más al medioambiente" (1).

Valoración de las principales características de las judías secas

De los 8 atributos de las judías secas mencionados a los participantes (tamaño de la judía, precio, formato de venta, color de la judía, que sean ecológicas, tamaño del paquete, marca comercial y lugar donde han sido producidas), los más importantes fueron el formato de venta (granel, paquete, etc.), el lugar de producción y el tamaño de la judía. Por el contrario, los menos importantes a la hora de comprar judías secas fueron la marca y el tamaño del paquete. Estos resultados están en concordancia con los motivos que los participantes mencionaron para elegir las diferentes judías secas en la primera parte del grupo focal (intención de consumidor judías blancas secas; Figura 2) (Tabla 4).

Además, cuando se les ofreció información sobre el lugar de producción de las diferentes judías blancas, la mayoría de los participantes indicaron que comprarían la de Aragón y la razón de esta elección fue casi exclusivamente por ser de Aragón y producto de la tierra, local y de cercanía (Tabla 5).

Tabla 5. Intención de compra de judías blancas secas y motivos de compra y no compra de las mismas con información sobre la zona de producción (%).

Table 5. Intention to purchase dry white beans and reasons for buying and not buying with information on the production area (%).

Tipo de judía	Seguro compra	Seguro NO compra	Motivos de compra y no compra
1 Alubia blanca riñón de Argentina	0,0	2,9	
2 Judía blanca de Muniesa	73,5	2,9	Son de Aragón (14); de mi tierra (2); local y cercanía (2); Tamaño (1); Aspecto (1); más finas (1)*
3 Alubia granja de Polonia	5,9	14,7	Muy grandes (1); zona de radioactividad (1)**
4 Alubia blanca ecológica	0,0	76,6	Origen desconocido (9); no las conozco (2); muy fea (2)**
5 Alubia riñón de la DOP Castilla y León	20,6	2,9	Tienen buena fama (2); aspecto (1); son muy buenas (1)*

* Motivos por los que las comprarían las judías; ** Motivos por los que no las comprarían; Entre paréntesis aparece el número de menciones de cada motivo.

Tabla 6. Envases preferidos para las judías blancas secas de Muniesa (%).

Table 6. Preferred packaging for Muniesa dried white beans (%).

Tipo de envase	Más preferido	Menos preferido	Motivos
1 Caja de cartón	8,8	17,6	El cartón es reciclable (4)*
2 Caja de cartón con ventana	8,8	0,0	
3 Saco de tela	14,7	0,0	Más tradicional (3); presencia y aspecto (2); por tener un aire más rústico (1); más natural (1); se puede reutilizar (1); denota calidad (1)*
4 Saco de tela con ventana	52,9	0,0	
5 Bolsa de plástico	2,9	26,5	Genera residuos (3); contamina (2); menos ecológico (1); no me gusta (1)**
6 Malla	11,8	55,9	Menos higiénica (3); Se secan (2); al abrirlo se caerán (2); menos atractivo (2); afecta más al medioambiente (1)**

* Motivos por los que es más preferido; ** Motivos por los que es menos preferido; Entre paréntesis aparece el número de menciones de cada motivo.

Conclusiones

Para averiguar la aceptación del consumidor de unas judías blancas secas tradicionales producidas en una zona determinada se ha utilizado un método cualitativo, en concreto, grupos focales, porque con pocos recursos económicos permite obtener con suficiente profundidad información valiosa que ayude a diseñar las estrategias de comunicación y promoción de la judía Blanca de Muniesa y el tipo de paquete a utilizar para venderla envasada.

Como primer resultado del estudio se puede mencionar que la elección de este método ha sido un acierto porque con un bajo coste y utilizando poca cantidad de producto se han obtenido resultados muy interesantes no solo para los agricultores de la zona interesados en recuperar el cultivo sino también para ayudar a diseñar un estudio cuantitativo posterior. Con este primer estudio exploratorio se ha obtenido información sobre las preferencias del envase y la estrategia de comunicación y promoción, mientras que el estudio cuantitativo servirá para ayudar a diseñar otras estrategias de marketing y comercialización importantes a la hora de vender estas judías en el mercado generando el valor añadido necesario para hacer rentable su cultivo, como por ejemplo la estrategia de precios y los canales de comercialización (venta directa, venta proximidad, etc.).

La principal pregunta planteada en este estudio exploratorio era hasta qué punto esta judía blanca seca de Muniesa será aceptada por los consumidores locales y la respuesta, a la vista de los resultados, es sí. Los consumidores locales comprarán judías de Muniesa incluso sin mencionar su origen regional porque la perciben a simple vista como una judía de tamaño apropiado, color claro y textura fina. Además, visualmente les resulta conocida y familiar, lo que favorece su compra ya que los consumidores suelen comprar aquello

que conocen. Sin embargo, si esta judía se promociona como una judía producida en Aragón, la disponibilidad a comprarla aumenta considerablemente. Cuando se les ofrece información adicional sobre la judía Blanca de Muniesa que incluye su lugar exacto de producción, y sus características morfológicas, organolépticas y agronómicas, su valoración global y la de su tamaño y forma es bastante buena. Además del hecho de ser producida en Aragón, otros aspectos de esta judía que les gusta a los consumidores locales fueron su tamaño pequeño, que tenga la piel suave y una textura mantecosa, que sea un cultivo tradicional y que se produzca de forma sostenible con poca agua. Sin embargo, algunos de los participantes indicaron que su tamaño pequeño y su aspecto no gustaban tanto, aunque fueron una minoría. Por lo tanto, es de esperar que esta judía Blanca de Muniesa tenga un segmento de potenciales consumidores que podría ser mayor si se promocionan adecuadamente, es decir, se comunican al consumidor sus características extrínsecas más valoradas, zona de producción, su carácter tradicional y su producción sostenible en zonas áridas.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los consumidores compran las judías secas envasadas, los productores se podrían plantear venderlas en paquetes de 1 kg y los envases preferidos serían los de tela, concretamente el de tela con una ventana que permita ver la judía. Estos envases además de considerarlos más sostenibles también los perciben como más rústicos lo que asocian con el carácter tradicional de esta judía y con una mayor calidad.

Como reflexión final hay que mencionar que existe un potencial mercado para la judía Blanca de Muniesa porque los consumidores locales parecen estar dispuestos a comprarla por sus características intrínsecas (color, tamaño y aspecto) pero también por su lugar y forma de producción, es decir, al ser producida en Aragón en una zona rural de secano

de manera sostenible. Estos últimos aspectos tendrían que ser comunicados al consumidor de manera clara en el envase que debería ser de tela con una ventana que permita ver el producto.

Referencias bibliográficas

- Aigner M (2002). La técnica de recolección de información mediante grupos focales. *La Sociología en sus escenarios* 6: 1-32.
- Alonso JC, Arboleda AM, Rivera-Triviño AF, Mora DY, Tarazona R, Ordoñez-Morales PJ (2017). Técnicas de investigación cualitativa de mercados aplicadas al consumidor de fruta en fresco. *Estudios Gerenciales* 33(145): 412-420. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.10.003>.
- Bairagi S, Custodio MC, Durand-Morat A, Demont M (2021) Preserving cultural heritage through the valorization of Cordillera heirloom rice in the Philippines. *Agriculture and Human Values* 38: 257-270. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10159-w>.
- Barrett DM, Beaulieu JC, Shewfelt R (2010). Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical reviews in food science and nutrition* 50(5): 369-389. <https://doi.org/10.1080/10408391003626322>.
- Brugarolas M, Martínez-Carrasco L, Martínez-Poveda A, Ruiz-Martínez JJ (2009). A competitive strategy for vegetable products: traditional varieties of tomato in the local market. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(2): 294-304. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009072-420>.
- Carneiro R, Adie K, Yu D, Beverly M, Neill CL, Zhang B, Kuhar T, Rideout S, Reiter M, Huang H, O'Keefe S, Duncan SE (2022). Understanding the role of overall appearance and color in consumers' acceptability of edamame. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 169. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.738453>.
- DOUE (2006). Reglamento (CE) 1024/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L404, de 30 de diciembre de 2006, pp. 10-25.
- Gracia A, Sánchez AM, Jurado, F, Mallor, C (2020). Making use of sustainable local plant genetic resources: would consumers support the recovery of a traditional purple carrot? *Sustainability* 12(16): 6549. <https://doi.org/10.3390/su12166549>.
- Kilima FTM, Bolle EM (2020). Factors underlying consumers' choices of dry common beans in Dar Es Salaam, Tanzania. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 20(2): 15619-15636. <http://doi.org/10.18697/ajfand.90.18350>.
- Kläsener GR, Ribeiro ND, Casagrande CR, Arns FD (2020). Consumer preference and the technological and nutritional quality of different bean colours. *Acta Scientiarum. Agronomy* 42: e43689. <http://doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.43689>.
- Lauterbach J, Bantle C (2022). "For more diversity, better taste and my own health" exploring organic consumers' purchasing motives for heirloom vegetable varieties. *Sustainability* 14(7): 4068. <https://doi.org/10.3390/su14074068>.
- Lioi L, Piergiovanni AR (2015). Common bean cultivation in the Mediterranean Basin. *Legume Perspectives* 10: 22-24.
- Lozano-Allueva J (2018). Estado de la agricultura, bosques, recursos y costumbres en 1802 / 1806, en pueblos de los ríos Aguasvivas y Martín en Aragón.
- Mallor C, Sánchez AM (2019). Características del grano de las legumbres de Teruel conservadas en el Banco de Germoplasma Hortícola de Zaragoza (BGHZ-CITA). Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Zaragoza, España. 136 pp. <http://hdl.handle.net/10532/4994>.
- Martínez-Carrasco L, Brugarolas-Mollá M, Martínez-Poveda A, Ruiz-Martínez JJ, García-Martínez S (2015). Aceptación de variedades tradicionales de tomate en mercados locales. Un estudio de valoración contingente. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 111(1): 56-72. <https://doi.org/10.12706/itea.2015.005>.

- Meier C, Oehen B (2019). Consumers' valuation of farmers' varieties for food system diversity. *Sustainability* 11(24): 7134. <https://doi.org/10.3390/su11247134>.
- Moser R, Raffaelli R, Thilmany-McFadden D (2011). Consumer preferences for fruit and vegetables with credence-based attributes: a review. *International Food and Agribusiness Management Review* 14: 121-142. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.103990>.
- Nelson P (1970). Information and consumer behavior. *Journal of Political Economy* 78: 311-329. <http://dx.doi.org/10.1086/259630>.
- Olson JC, Jacoby J (1972). Cue utilization in the quality perception process. *Proceedings of the Third Annual Conference of the Association for Consumer Research*, 3-5 noviembre, Chicago, EEUU. pp. 167-179.
- Oltman AE, Jervis SM, Drake MA (2014). Consumer attitudes and preferences for fresh market tomatoes. *Journal of Food Science* 79: S2091-S2097. <http://doi.org/10.1111/1750-3841.12638>.
- Pérez-Caselles C, Brugarolas M, Martínez-Carrasco L (2020). Traditional varieties for local markets: a sustainable proposal for agricultural SMEs. *Sustainability* 12(11): 4517. <https://doi.org/10.3390/su12114517>.
- Posadinu C, Rodriguez M, Madau F, Attene G (2022). The value of agrobiodiversity: An analysis of consumers preference for tomatoes. *Renewable Agriculture and Food Systems* 37(3): 237-247. <http://doi.org/10.1017/S1742170521000491>.
- Resano H, Sanjuán, A.I. (2017). La relevancia de las marcas de carne de vacuno para los consumidores. Un análisis interregional. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 113(3), 267-286. <https://doi.org/10.12706/itea.2017.017>.
- Rocchi L, Paolotti L, Cortina C, Boggia A (2016). Conservation of landrace: the key role of the value for agrobiodiversity conservation. An application on ancient tomatoes varieties. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8: 307-3016. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.025>.
- Swema E, Mwinuka L (2021). Understanding consumer preference for common beans from manifold viewpoints of attributes in Dar es Salaam, Tanzania. *Theoretical Economics Letters* 11(5): 1038-1054. <http://doi.org/10.4236/tel.2021.115066>.
- Tarancón P, Tárrega A, González M, Besada C (2021). External quality of mandarins: influence of fruit appearance characteristics on consumer choice. *Foods* 10(9): 2188. <https://doi.org/10.3390/foods10092188>.
- Tumeo M, Mapemba L, Edriss AK, Phiri H (2017). Consumer choice of dry common beans in Malawi: The case of Lilongwe City (No. 19). *International Food Policy Research Institute (IFPRI)*. Washingtons, USA. 20 pp.
- Zulu M (2019). Consumer preferences for common dry beans in Lusaka, Zambia. Doctoral dissertation, The University of Zambia.

(Aceptado para publicación el 2 de enero de 2023)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2023 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) otorga un premio anual de Prensa Agraria para destacar aquel artículo de los publicados en ITEA en el año 2023 que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo y de transferencia al sector, así como un impacto relevante de sus resultados. El artículo deberá reflejar el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder al premio serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2023. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidencia de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Dirección de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Dirección del CITA (Gobierno de Aragón).
 - d) Dirección del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Dirección de la Estación Experimental de Aula Dei.
 - f) Dirección del Instituto Pirenaico de Ecología.
4. El premio será anual y tendrá una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

Si desea Vd. pertenecer a la Asociación debe rellenar esta ficha de inscripción y la siguiente hoja sobre Protección de datos.

INSCRIPCIÓN EN AIDA

Si desea Vd. pertenecer a la Asociación rellene la ficha de inscripción y envíela a la siguiente dirección:

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Avenida Montañana, 930, 50059 Zaragoza.

Si elige como forma de pago la domiciliación bancaria adjunte a esta hoja de inscripción el impreso de domiciliación sellado por su banco.

También puede hacer una transferencia a la cuenta de AIDA (Caixabank, Ag. Zuera (Zaragoza), España, nº ES70 2100 8687 2702 0001 2107) por el importe de la cuota anual. En ese caso, adjunte un comprobante de la transferencia.

Apellidos:		Nombre:	
NIF:			
Dirección Postal:			
Teléfono:	Fax:	e-mail:	
Empresa:			
Área en que desarrolla su actividad profesional:			
		En _____, a ___ de _____ de 20__	
		Firma:	

FORMA DE PAGO (COUTA ANUAL: 50 EUROS)

<input type="checkbox"/>	Cargo a cuenta corriente (rellenar la domiciliación bancaria)
<input type="checkbox"/>	Transferencia a la cuenta de AIDA ES70 2100 8687 2702 0001 2107 (adjuntar comprobante)

DOMICILIACION BANCARIA

Sr. Director del Banco/Caja				
Muy Sr. mío,				
Ruego a Vd. se sirva adeudar en la siguiente cuenta corriente (IBAN: 24 caracteres)				
que mantengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) .				
Atentamente,				
En _____, a ___ de _____ de 20__		Sello de la Entidad:		
Firmado:				

PROTECCIÓN DE DATOS

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO, de ahora en adelante AIDA, le informa de que los datos facilitados durante su relación con la Asociación serán tratados para gestionar el alta de socio, así como para las gestiones administrativas de la Asociación. La base legal para el tratamiento de sus datos es la relación contractual y su consentimiento. Sus datos podrán ser cedidos a las entidades que sea necesarias para el cumplimiento de nuestras obligaciones legales, y si así lo autoriza, a las empresas colaboradoras de la Asociación. Tiene derecho a acceder, rectificar, suprimir, oponerse al tratamiento de sus datos, así como retirar el consentimiento prestado y pedir su portabilidad.

AUTORIZACIONES

- * – Autoriza a que AIDA le envíe información a través de medios postales y/o electrónicos (correo electrónico, SMS, etc.) sobre noticias de la asociación, así como información de servicios de sus patrocinadores y/o colaboradores.
- Autoriza a que AIDA pueda facilitar sus datos de contacto a las empresas patrocinadoras o colaboradoras con fines comerciales. Sí No *

* Debe responder a estas cuestiones obligatoriamente.

Por último, en aras a dar cumplimiento al Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y siguiendo las Recomendaciones e Instrucciones emitidas por la Agencia Española de Protección de Datos (A.E.P.D.),

SE INFORMA

- Los datos de carácter personal solicitados y facilitados por usted, son incorporados un fichero de titularidad privada cuyo responsable y único destinatario es AIDA, con domicilio en Avenida Montañana, no 930, 50059 - Zaragoza.
- Solo serán solicitados aquellos datos estrictamente necesarios para prestar adecuadamente los servicios solicitados, pudiendo ser necesario recoger datos de contacto de terceros, tales como representantes legales, tutores, o personas a cargo designadas por los mismos.
- Todos los datos recogidos cuentan con el compromiso de confidencialidad, con las medidas de seguridad establecidas legalmente, y bajo ningún concepto son cedidos o tratados por terceras personas, físicas o jurídicas, sin el previo consentimiento del socio, tutor o representante legal, salvo en aquellos casos en los que fuere imprescindible para la correcta prestación del servicio.
- Una vez finalizada la relación entre la Asociación y el socio, los datos seguirán archivados y conservados mientras sean necesarios para dar cumplimiento a las obligaciones legales o, en su defecto, serán devueltos íntegramente al socio (o autorizado legal) o suprimidos si así se solicita por su parte.
- Los datos que facilito serán incluidos en el Tratamiento denominado Socios de AIDA, con la finalidad de gestión del alta de socio, la gestión del servicio contratado, pago de cuotas, contacto, etc., y todas las gestiones relacionadas con los socios y manifiesto mi consentimiento.
- Tiene derecho a acceder a sus datos personales, a solicitar su rectificación, cancelación y oposición, indicándolo por escrito a AIDA con domicilio en Avenida Montañana, no 930, 50059 – Zaragoza, o al correo electrónico de la Asociación: administracion@aidaitea.org.
- Los datos personales serán cedidos por AIDA a las entidades que prestan servicios a la misma siempre que sea estrictamente necesario para llevar a cabo los servicios ofrecidos por la Asociación. Igualmente, sus datos serán cedidos si existe una obligación legal.

Nombre y apellidos del Socio:

DNI:

Representante legal (si lo hubiere):

DNI:

En _____, a ___ de _____ de 20__

FIRMA DEL SOCIO:

NORMAS PARA LOS AUTORES

Puede encontrar toda la información sobre como hacer los envíos,
las directrices de como hacer los manuscritos y las licencias
bajo las que se publican los artículos en nuestra web, en la URL
<https://www.aida-itea.org/index.php/revista-itea/envio-de-articulos>

Volumen 119

Número 2

Junio 2023

itea

información técnica económica agraria
www.aida-itea.org

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

