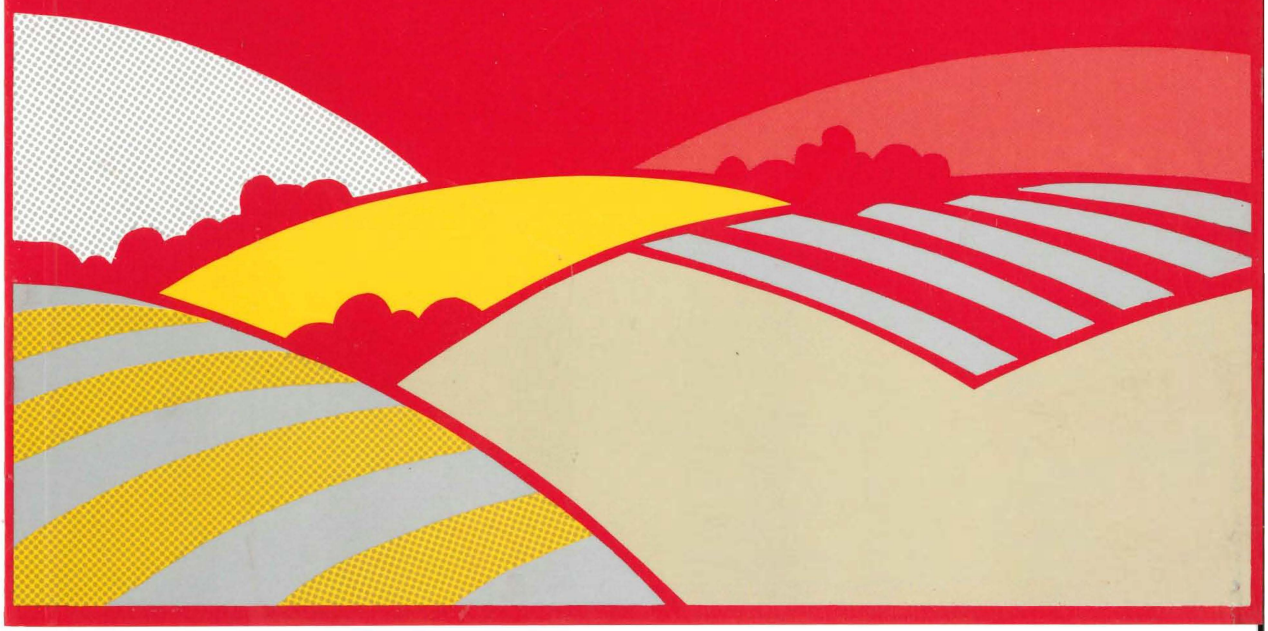
ISSN: 1130-6009

ITEA

PRODUCCION ANIMAL

Asociación
Interprofesional
para el Desarrollo
Agrario
1996 – Vol. 92A N.º 3



ITEA

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

1996 - AÑO XXVII Vol. 92A N.º 3	**DIRECCIÓN Y REDACCIÓN** Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INQ Reproducciones, S.A. Polígono Miguel Servet, nave 13 50013 Zaragoza

COMITÉ DE REDACCIÓN

DIRECTOR: Pere Albertí Lasalle
SUBDIRECTOR: Joaquín Uriarte Abad
SECRETARIOS: Serie Producción Vegetal: Eduardo Notivol Paíno
Serie Producción Animal: José Luis Alabart Álvarez
VOCALES: José Álvarez Álvarez
Joaquín Gómez Aparisi
Emilio Manrique Persiva
Clara Marín Alcalá
Juan A. Marín Velázquez
Luis Pérez y Pérez
M.ª Dolores Quílez Sáez de Viteri
Michel Villalta Martín
Carlos Zaragoza Larios

JUNTA DIRECTIVA DE A.I.D.A.

PRESIDENTE: Leonardo Plana Claver
VICEPRESIDENTES: 1.º Beatriz Amorena Zalbaza
2.º Rafael Socias i Company
SECRETARIO: José Álvarez Álvarez
TESORERO: Joaquín Uriarte Abad
VOCALES: José Folch Pera
Miguel Cambra Álvarez
Ricardo Revilla Delgado
Joaquín Gómez Aparisi
Gerardo Caja López
Antonio Felipe Mansergas
Emilio Manrique Persiva

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

ITEA no se responsabiliza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores

Suscripciones y Distribución

Información Técnica Económica Agraria publica tres números en volumen. En 1996 se publicarán los volúmenes 92A y 92V correspondientes a las series

Producción Animal y Producción Vegetal.
El precio de la suscripción para 1996 será de 3.500 ptas. para una serie y de 5.000 ptas. para las dos series.

ITEA. Apartado 727. 50080 Zaragoza

EDITORIAL

LA INFORMACION AGRARIA

Toda actividad humana, para ser eficaz, debe proceder de la manera más correcta para obtener los objetivos propuestos. El conocimiento de estas medidas oportunas proviene siempre de la experiencia, fundada en actividades semejantes, experiencia que se puede adquirir a través de la propia realización de estas actividades o de la información que otros puedan proporcionar sobre estas o similares actividades.

Creo que este razonamiento es plenamente aplicable a la agricultura y la ganadería. Cuando los primeros agricultores y ganaderos abandonaron su vida nómada con la recolección de los alimentos directamente de la naturaleza así como con la caza, se establecieron para proceder a cultivar sus propios alimentos y debieron seguir el razonamiento empírico de su observación de la naturaleza, racionalizando la siembra, los cuidados culturales y la recolección, a las pautas que las mismas plantas que empezaba a cultivar seguían en su ambiente natural. La repetida observación de estas plantas y del manejo de los animales domésticos llevó al establecimiento de unas "buenas prácticas agrícolas y ganaderas" que en algunos casos se han mantenido durante siglos, y sobre las cuales realmente se fundan la agricultura y la ganadería actuales.

Sin embargo, el componente de experiencia propia es cada vez menor, mientras que aumenta el porcentaje de experiencia ajena adquirida a través de las más diversas vías, la información agraria que actualmente se difunde a través de los canales más dispares, desde la información directa y llana al agricultor por medio de las publicaciones divulgadoras, hasta la información más científica a través de las revistas más especializadas, sin olvidarnos de los nuevos canales de información, como son los espacios agrícolas de periódicos de información general, programas radiofónicos, informaciones telefónicas grabadas o, actualmente, las páginas de "internet", aunque creo que existe una cierta desorientación en cuanto al canal adecuado para ofrecer a cada grupo determinado la información que necesita.

ITEA debe encontrar su propio nivel en este mundo de la información agraria, un nivel de información racional y aplicable para una agricultura y una ganadería en una evolución constante, y debe encontrar también su camino de difusión que complete este acercamiento, ya que no sólo se debe considerar el volumen de información, sino también su disponibilidad. Las bibliotecas agrarias son los centros donde se puede valorar la disponibilidad de esta información y creo que este punto merece la atención de los responsables científicos y administrativos agrarios en España. Tradicionalmente las bibliotecas agrarias han sido las de algunos centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y determinadas Escuelas y Facultades Universitarias, así como específicamente las de los antiguos CRIDAS del INIA. Al producirse la transferencia de estos últimos centros a las comunidades autónomas, cada una ha seguido su propia evolución, aunque manteniendo la misma trayectoria porque una parte de la subscripción de revistas sigue proviniendo del INIA. Cabe la duda de si este sis-

tema se va a mantener y, en el caso de que se interrumpa, la evolución de cada una de estas bibliotecas puede ser totalmente diferente.

Aquí en Zaragoza, sede de AIDA, entre las bibliotecas del SIA de Aragón, de la Estación Experimental de Aula Dei y del Instituto Agronómico Mediterráneo, se reúne un volumen de información agraria de gran importancia, en la que resalta el trabajo de muchas personas y la voluntad de reforzamiento de esta capacidad de información ya que, indudablemente, conocer es una posibilidad de poder. Entre estas personas se ha encontrado la Srta. Consuelo Berdejo, que en octubre de 1996 se ha jubilado, y cuyo amor a la información ha sido evidente en su trabajo que ha culminado al frente de la biblioteca del SIA de Aragón, desde la cual, en una ejemplar labor de intercambio, ha ayudado a la difusión de ITEA por toda la geografía mundial, labor que AIDA quiere reconocer a través de estas páginas de ITEA que, en parte gracias a ella, puede llegar a mucha más gente en este deseo de difusión de la información agraria que se encuentra explícitamente entre los objetivos de AIDA.

R. Socias i Company
Unidad de Fruticultura SIA-DGA

PRÓLOGO

Los días 5 y 6 de julio del año 1996 se celebró en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de León, la VIII Reunión Nacional sobre Mejora Genética Animal. Lo que comenzó como reuniones de un grupo de colegas, prácticamente amigos, para contarse sus experiencias y sus problemas, 14 años después se ha consolidado como un foro de discusión entre especialistas en genética aplicada a la mejora animal, cada vez más imprescindible.

Esta VIII Reunión se ha dedicado de forma monográfica a discutir todos aquellos problemas que presenta la aplicación práctica de programas de mejora genética a poblaciones de animales en España. Se han excluido los programas aplicados al ganado vacuno de producción láctea, debido a su carácter internacional y a que son más conocidos en nuestro ámbito.

La reunión se ha programado en forma de ponencias, con objeto de presentar la problemática de la mayor parte de programas posible, ordenados por especies y aptitudes, para discutir a continuación, y en sesión plenaria, cada uno de los aspectos presentados. Las ponencias se han encargado a los grupos responsables de los programas de mejora o que colaboran en ellos desde el punto de vista genético. Lamentablemente, por motivos de tiempo no ha sido posible incluir todos los programas que actualmente se aplican en España, pero sí un número significativo de ellos.

Las distintas sesiones dedicadas a discusión se han visto enriquecidas por la presencia de especialistas en la mayor parte de especies y producciones, lo que ha permitido tratar cada problema desde puntos de vista muy diversos, abriendo nuevas perspectivas en muchos casos. Si hemos de obtener unas breves conclusiones finales, que sinteticen de alguna forma el trabajo realizado, podrían ser las siguientes:

1. En estos momentos, en España existen programas de mejora genética aplicados o en vías de aplicación en la mayor parte de las especies domésticas, si bien permanecen aún poblaciones autóctonas que carecen de la infraestructura necesaria para aplicar técnicas de mejora genética.

2. Existe una escasa comunicación entre los responsables de la mejora animal en las diferentes administraciones y los especialistas en mejora genética. Esta situación impide una idónea aplicación de la mejora genética a nuestras razas autóctonas. Con objeto de mejorar esta vía de comunicación, los organizadores y los asistentes a esta reunión nos hemos comprometido a informar a las diferentes administraciones de los temas tratados en ella, de los especialistas que han asistido y de las posibilidades de colaboración futuras.

En cuanto a las comunicaciones, el tema en principio era el mismo, si bien no existía una rigidez similar a las ponencias, de forma que la temática quedaba circunscrita a todos los aspectos relacionados con la mejora genética animal. Aquellas comunicaciones que trataban de presentar algún programa de mejora aplicado en España y no tratado en forma de ponen-

cia, reciben un tratamiento especial, permitiendo que puedan publicarse con mayor extensión, a criterio de los propios autores.

Por primera vez se publican las ponencias y los resúmenes de las comunicaciones, realizadas todas ellas en forma de "posters", en una revista periódica. La temática específica de esta reunión puede presentar interés mas allá de los grupos asistentes, por lo que hemos aceptado la propuesta de ITEA para que aparezca en uno de sus números. Expresamos nuestro agradecimiento por esta oferta a los responsables de la edición.

La reunión ha sido financiada por la Junta de Castilla y León y por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. Han colaborado también Caja España de Inversiones, la Excma. Diputación Provincial y el Excmo. Ayuntamiento de León. A todos ellos damos las gracias por su colaboración.

Luis Fernando de la Fuente Crespo y
Fermín San Primitivo Tirados
Secretarios asociados

CURSOS PROGRAMADOS DE AVICULTURA PARA 1997 DE LA REAL ESCUELA DE AVICULTURA

PROGRAMAS

III JORNADAS PROFESIONALES DEL AVESTRUZ

19, 20 y 21 de febrero de 1997

miércoles, 19 de febrero

1. Iniciación:
   - 1.1. Situación actual de la cría del avestruz en España y otros países.
   - 1.2. Planteamiento inicial de una explotación de avestruces.
   - 1.3. Productividad y rendimiento reproductivo en carne y piel.
   - 1.4. La alimentación del avestruz, en la práctica.
   - 1.5. Problemas sanitarios en las granjas de avestruces.

jueves, 20 de febrero

2. Explotación industrial 1:
   - 2.1. Fisiología de la alimentación del avestruz.
   - 2.2. Formulación de raciones para avestruces y equilibrio de dietas.
   - 2.3. Comportamiento y fisiología de la reproducción del avestruz.
   - 2.4. Manejo de los huevos e incubación artificial.
   - 2.5. El emú y su crianza, como alternativa al avestruz.

viernes, 21 de febrero

3. Explotación industrial 2:
   - 3.1. Manejo del avestruz en su crianza hasta el sacrificio.
   - 3.2. Comercialización de la carne de avestruz: situación actual y perspectivas.
   - 3.3. Economía de la explotación del avestruz.
   - 3.4. Patología infecciosa del avestruz.
   - 3.5. Otras enfermedades del avestruz. Terapéutica.

X JORNADAS TÉCNICAS DE AVICULTURAS ALTERNATIVAS

Del 7 al 12 de abril de 1997

Palmípedas para foie-gras y para carne

Lunes, 7 de abril

9,30 Producción de patos para carne.
10,45 Alojamientos y equipos para palmípedas grasas.
12,00 Manejo de ocas y patos durante la crianza y embuchado.
15,30 Sacrificio de palmípedas grasas: Instalaciones, equipos y obtención de productos.
16,45 Problemas sanitarios en las explotaciones de patos.
18,00 Aspectos económicos de la producción de patos para foie-gras.

PRODUCCIONES CINEGÉTICAS

Martes, 8 de abril

9,15 Faisanes y codornices para caza.
10,.45 La Perdiz Roja: Planificación e instalaciones de la granja.
12,00 Equipo de reproducción, incubación y crianza de la perdiz roja.
16,00 Manejo de la reproducción, incubación y crianza de la perdiz roja.
17,45 Proyección comentada del video "Cómo construir y equipar una granja de perdiz roja".

Miércoles, 9 de abril

9,15 Reconversión de terrenos agrícolas en cotos de caza.
10,45 Gestión de cotos de caza: sueltas y repoblaciones.
12,00 Sanidad en la producción de aves cinegéticas.
16,00 Reproducción e incubación industrial de codornices.
17,30 Técnicas de producción industrial de codornices.

PRODUCCIÓN DE HUEVOS CAMPEROS

Jueves, 10 de abril

9,15 Justificación de la producción. Bases legales.
10,45 Las instalaciones: el aviario y el parque.
12,00 Problemas patológicos ligados a la explotación de aves sobre yacija y en parques.
16,00 Alimentación de las aves para la producción de huevos especiales y ecológicos.
17,30 Manejo de las aves en libertad y en aviarios.

POLLOS "ECOLÓGICOS", "LABEL", CAMPEROS Y CAPONES

Viernes, 11 de abril

9,15 Interés de los productos label: especies avícolas "labelizables".

10,.45 Los reproductores "label": razas y alojamientos. Alimentación de los reproductores y los pollos "label".

12,00 El pollo "label": métodos de crianza.

15,30 El pollo "ecológico": sus bases.

16,45 El pollo campero y el picantó.

18,00 El capón y la pularda: elección del ave, instalaciones y manejo.

Sábado, 12 de abril

9,30 Proyección comentada del video "Castración de aves por lazo y por torsión".

10,00 Prácticas individualizadas de castración de capones.

Organización e Inscripciones: REAL ESCUELA DE AVICULTURA
Plana del Paraíso 14
08350 Arenys de Mar
Barcelona
ESPAÑA
Tel.: +34 (9)3/792 11 37
Fax: +34 (9)3/792 15 37
e@mail: castello@lix.intercom.es
http://www.avicultura.com

ITEA

VII JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

AIDA tiene previsto la celebración en Zaragoza, durante los días 20, 21 y 22 de mayo de 1997 sus próximas Jornadas sobre Producción Animal.

Habrá una sesión científica en la que el ponente invitado, el Dr. R. Bradley, tratará sobre *"La encefalopatía espongiforme en rumiantes (BSE y Scrapie): diagnóstico, epidemiología y consecuencias socio-económicas"*.

Las comunicaciones se agruparán en las siguientes sesiones:

- Genética
- Reproducción
- Nutrición - Alimentación
- Sistemas de Producción
- Patología
- Gestión - Economía
- Calidad de la carne y de otros productos

Las normas para la presentación de los trabajos, así como cualquier tipo de información sobre hoteles y medios de transporte, puede consultarse a:

SECRETARIO:

Dr. Ignacio Delgado Enguita
Unidad de Tecnología en Producción Animal
Apdo. 727 50080 ZARAGOZA ESPAÑA
Teléfono: (9)76 - 57 63 36
Fax: (9)76 - 57 55 01
E Mail: IDELGADO@mizar.csic.es

SECRETARÍA DE AIDA:

Dña. Mercedes Ferruz
Apdo. 727 50080 ZARAGOZA ESPAÑA
Teléfono: (9)76 - 57 63 11
Fax: (9)76 - 57 55 01

PONENCIAS

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 11-21

PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA Y SELECCIÓN DE LAS OVEJAS DE RAZA LATXA Y CARRANZANA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA VASCA Y NAVARRA: PROBLEMAS QUE PRESENTA SU APLICACIÓN PRÁCTICA

E. Ugarte
E. Urarte
J. Arranz
F. Arrese*

CIMA-Granja Modelo. Arkaute
Apdo. 46
01080 Vitoria-GASTEIZ
* ARDIEKIN, S.L. Arkaute
Apdo. 46
01080 Vitoria-GASTEIZ

RESUMEN

El programa de mejora genética y selección de las ovejas de raza Latxa y Carranzana (razas de ovino lechero autóctonas del País Vasco y Navarra) lleva funcionando desde 1984. Dicho programa se ha debido adecuar a las condiciones específicas que definen dicha raza caracterizada principalmente por un sistema de manejo muy tradicional basado en gran medida en el uso de pastos comunales durante mas de cicno meses. Este manejo condiciona las prácticas reproductivas, lo cual, repercute negativamente en el programa de mejora genética. A pesar de los problemas que lleva consigo la aplicación práctica del programa de mejora genética (bajo porcentaje de animales en control lechero, conexión entre los rebaños, prácticas de destete, fertilidad y porcentaje de inseminaciones artificiales, rentabilidad de los machos, tiempo necesario para el testaje de los machos...) la tendencia de los resultados obtenidos tanto a nivel fenotípico como a nivel genético es positiva. El aumento en producción según ecotipos está entre 1,3% y 3% anual y el incremento genético se sitúa entre un 0,8% y 1,1% anual.

SUMMARY

The breeding program of Latxa and Carranzana dairy sheeps (natives of the Basque Country) started in 1984. This program has been adapted to specific conditions of the breeds. The management system is traditional, based on communal land use, usually for more than five months. This fact determines the reproduction system, which has negative effect on the breeding program. In spite of the great amount of problems in the program development (low percetnage of ewes in milking recording program, connection between flocks, weaning system, low percentage of artificial inseminations (AI), low fertility of AI, low profitability of rams, time necessary for ram testing, etc..) the phenotypic and genetic improvement is positive. The annual phenotypic increase in milk production lies, according ecotypes, between 1,3% and 3%, whereas estimated genetic progresses are between 0,8% and 1,1%.

Introducción

Las razas ovinas Latxa y Carranzana son dos razas de ovino lechero autóctonas del País Vasco y Navarra (la raza Latxa es denominada Manech en el País Vasco Francés). Existen dos variedades de raza Latxa: Latxa Cara Negra (LCN) y Latxa Cara Rubia (LCR). Ambas se diferencian por el color de la piel y faneros y normalmente forman dos poblaciones separadas genéticamente. El censo total de estas razas se estima en unas 850.000 ovejas de las que aproximadamente 410.000 están en el País Vasco Francés y 189.000 en Navarra. En la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) se ubican aproximadamente 250.000 ovejas distribuidas de la siguiente manera: 147.000 ovejas de LCN repartidas en 3.700 rebaños, 91.000 ovejas de LCR repartidas en 2.000 rebaños y 14.000 ovejas de raza Carranzana repartidas en 526 rebaños. En Navarra existen aproximadamente 132.000 ovejas de LCN repartidas en 1.100 rebaños y 56.000 cabezas de LCR distribuidas en 512 rebaños. El programa de selección de LCR es conjunto entre CAPV y Navarra. Sin embargo, los programas de selección de LCN son independientes en cada una de las dos comunidades autónomas.

Sistema de producción

Debido a que la base territorial media de las explotaciones es pequeña (10 Ha. de superficie total en la CAPV) es frecuente el alquiler temporal de praderas o monte fundamentalmente en invierno. Además, un elevado porcentaje de rebaños pastan en terrenos comunales (generalmente montes de interior) durante el verano, en un período siempre superior a cinco meses. Según datos de una encuesta realizada en 1985 (Urarte, 1989) sólo el 8 % de los rebaños permanecen es sus tierras durante todo el año, un 6% practica la trashumancia con largas migraciones entre los pastos comunales de las montañas del interior en verano y la costa en invierno (aunque no existen datos actualizados es muy probable que este porcentaje sea más bajo en la actualidad), y el restante 86 % pasta en las praderas de las montañas del interior desde finales de primavera hasta comienzos del otoño permaneciendo el resto del año en pastos naturales o artificiales que son propiedad de los ganaderos o están alquilados. El período en el que las ovejas están pastando en las praderas es de gran importancia ya que parte de las hembras son cubiertas en las mismas con las consiguientes implicaciones en los programas de mejora genética, reproducción y nutrición.

Asimismo, algunos rebaños que permanecen más tiempo en los montes se ven condicionados para poder desarrollar el programa de selección ya que el total de las cubriciones se produce en los pastos de montaña. Este tipo de manejo está evolucionando hacia el mantenimiento de al menos una parte del rebaño, durante más tiempo en la praderas para controlar la reproducción y poder desarrollar mejor el programa de mejora genética aplicando la inseminación artificial (I.A.)

Además, como las corderas de reposición pastan en los pastos de montaña su período de crecimiento y su pubertad está condicionada por la disponibilidad de alimento durante este período.

La duración de la lactancia de los corderos destinados a sacrificio es de 29 ± 3 días (ARRANZ y col., 1995) siendo sacrificados y destetados entre los 10-12 kg. de peso vivo, pasando entonces sus madres a ordeño. No es habitual la simultaneidad de lactancia y

ordeño en este período a no ser en determinadas ovejas muy productivas del rebaño. Las corderas y corderos de reposición no se suelen destetar, permaneciendo con sus madres sin recibir ninguna otra suplementación. Los ganaderos más avanzados, con el objetivo de optimizar el crecimiento de estas corderas de reposición y aprovechar al máximo posible la cantidad de leche que se puede obtener de sus madres (normalmente son las ovejas más productivas del rebaño) han comenzado a realizar el destete en dos fases: en una primera fase las corderas permanecen todo el día con la madre durante aproximadamente mes y medio de vida hasta alcanzar un peso aproximado de 12-15 kg. de peso vivo y en una segunda fase se separan de las madres durante 10-12 horas, generalmente por la noche, comenzando a ordeñar las madres una vez al día durante 15 días. Pasados estos 15 días y con un peso aproximado de 16-19 kg. se debería de proceder al destete total de los corderas y a la introducción de las ovejas al ordeño normal con el resto del rebaño.

La duración del ordeño es aproximadamente de 120 días, estando condicionado el secado en la mayor parte de los casos por el traslado del ganado a los montes comunales. En la mayor parte de las explotaciones el ordeño se hace a mano, con o sin amarre. En el momento actual existen entre la CAPV y Navarra aproximadamente unas 60 instalaciones de ordeño mecánico en las que se ordeña con una rutina sencilla de colocación de pezoneras, masaje intermedio y/o apurado-retirada, sin repasar a mano y con unos rendimientos próximos a las 120 ovejas por hombre y hora.

Sistema de reproducción

El sistema de reproducción de la oveja Latxa ha sido estudiado de forma precisa por URARTE y col. (1990) y GABIÑA y col. (1990). El manejo reproductivo de los rebaños continúa siendo muy tradicional. Esto tiene dos consecuencias directas negativas en el programa de mejora genética y selección: la falta de preparación para la cubrición y la ausencia de cubriciones en los animales jóvenes. En gran parte de los mismos las ovejas no se separan nunca de los machos (entre el 30 y el 50%).

Según datos de la mencionada encuesta, aproximadamente el 43% de los ganaderos evitan que las corderas se cubran durante el primer año de vida. Con esta práctica la media de edad al primer parto se coloca entre los 600 y los 700 días. Habitualmente las ovejas tienen un parto al año.

El tipo de cubrición es la monta natural que en el 35 % de los rebaños se combina con la inseminación artificial que se lleva a cabo después de una sincronización de celos mediante esponjas vaginales, dentro del esquema de mejora genética y selección. Este porcentaje se eleva al 77 % dentro de los rebaños que realizan el control lechero.

En la tabla 1 se pueden apreciar las medias de diferentes datos reproductivos obtenidos durante la campaña de 1995 en la CAPV (Septiembre de 1994 - Agosto de 1995).

Es destacable la baja fertilidad en general. Concretamente, la baja fertilidad de las corderas es consecuencia, en la mayoría de los casos, del sistema extensivo de explotación y que, como ya se ha indicado anteriormente, los ganaderos, en un porcentaje relativamente alto de los casos, evitan poner en reproducción a las corderas. Se puede afirmar que la baja fertilidad que se obtiene en los rebaños está muy condicionada por el sistema de manejo (cubriciones no controladas, no separación de los machos de las hembras en la mitad de los casos y no pre-

TABLA 1
DATOS REPRODUCTIVOS MEDIOS DE LA CAMPAÑA 1995 SEGÚN ECOTIPOS Y RAZA EN LA CAPV

	LATXA CARA NEGRA	LATXA CARA RUBIA	CARRANZANA
Fertilidad (%) de hembras entre 1 y 2 años	20	37	24
Fertilidad (%) de hembras mayores de dos años	88	95	75
Fecha media de parto	3-Feb	5-Ene	30-Ene
Prolificidad	1,29	1,20	1,23
Mortalidad de corderos	3,4	4,2	5
Productividad numérica	0,95	0,88	0,75

paración ni de los machos, en un 50% de los casos, ni de las hembras, en un 75 % de los casos, para las cubriciones).

Programa de control lechero

En la CAPV el programa de control lechero (CL) comenzó en 1982. Los controles se hicieron en un principio según el método simplificado completo A4 (un control mensual, controlándose los dos ordeños diarios: mañana y tarde). En 1985, después de una serie de estudios (GABIÑA y col., 1985, 1986) se pasó a un método simplificado alternado AT (am-pm) en el que se controla un único ordeño mensual alternando un mes por la mañana y al mes siguiente por la tarde. Las lactaciones se calculan utilizando el método de Fleischmann y se calcula la lactación real (desde el parto al secado), la lactación ordeñada (lactación real menos la leche producida durante los 30 primeros días que se considera como período normal de amamantamiento) y lactación tipificada a 120 días que se utiliza como criterio de selección dentro del programa de mejora genética.

Los datos de CL de 1995 referentes a nº de ovejas en control, nº de partos, nº de ovejas con algún control , nº de lactaciones calculadas y nº de rebaños según ecotipos y razas dentro de la CAPV se puede apreciar en la tabla 2.

Programa de mejora genética

El programa de mejora genética de las ovejas de raza Latxa y Carranzana está basado en la selección en raza pura. El criterio de selección que se utiliza es la lactación tipificada a 120 días. Dicho programa comenzó en 1984 con la selección por ascendencia de 35 machos. Hasta 1988 fue el Departamento de Agricultura del Gobierno Vasco el responsable directo del programa

TABLA 2
DATOS DE CONTROL LECHERO OFICIAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO EN LA CAMPAÑA DE 1995

	LATXA CARA NEGRA	LATXA CARA RUBIA	CARRANZANA
Nº DE OVEJAS	47.756	11.385	4.890
Nº DE PARTOS	30.438	7.186	2.620
OVEJAS CONTROLADAS	24.503	6.491	1.881
LACTACIONES ESTIMADAS	18.577	4.826	1.081
REBAÑOS	151	35	24

de selección. Ese año se constituyó el Centro de Selección e Inseminación Artificial ARDIEKIN, teniendo como socios a las tres asociaciones de ganaderos de ovino lechero de la CAPV. En 1991 se incorporó al esquema de selección el ecotipo LCR de la Comunidad Autónoma de Navarra. El primer ranking de machos evaluados por descendencia a través de la IA se publicó en 1988 y en 1989 se incorporó ya la metodología de modelos mixtos con propiedades BLUP a la obtención de los valores genéticos de los animales.

La selección de los machos que son testados se hace en función de criterios genéticos, escogiéndolos entre los hijos del 10 % de las ovejas genéticamente mejor valoradas. Los machos se incorporan al centro de inseminación con tres meses de edad y se ponen en testaje a la edad de 15-18 meses, después de eliminar aquellos que no son aptos para su uso en IA y aquellos que no superan una primera selección por parte de una comisión de selección formada por ganaderos que tienen en cuenta los valores genéticos, los fenotípicos y criterios morfológicos.

De los machos en testaje se realizan 120 inseminaciones para poder tener un número mínimo de hijas y lactaciones que permitan que el macho pueda sea evaluado. Nunca se efectúan más de 6-7 inseminaciones con el mismo macho en testaje dentro de una misma explotación.

En la tabla 3 se puede ver la evolución del número de machos incorporados al centro, número de machos testados y número de inseminaciones realizadas desde 1984. Dentro de estos datos están incluidos los datos referentes al ecotipo LCR de Navarra.

Aproximadamente, el 56 % de la inseminaciones se realizan con semen procedente de machos en testaje y el 44 % restante con dosis de semen procedente de machos mejorantes. Los ganaderos no tienen posibilidad de elegir los machos en testaje que les corresponden; sí en cambio si desean algún macho mejorante en concreto. El número de explotaciones que inseminaron en 1995 fue de 161.

La dosis de semen refrigerado (15ºC) se deposita en el primer pliegue cervical, al que se accede por vía vaginal. Las hembras que van a ser inseminadas son sometidas a

TABLA 3
ACTIVIDAD DEL CENTRO DE SELECCIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

AÑO	MACHOS INCORPORADOS	MACHOS TESTADOS	OVEJAS INSEMINADAS
1984	35		
1985	67	16	1.993
1986	74	33	4.373
1987	77	33	5.238
1988	121	38	9.394
1989	96	60	7.964
1990	103	50	10.014
1991	118	54	11.379
1992	95	46	11.141
1993	126	47	10.099
1994	134	50	11.424
1995	143	60	11.316

sincronización de celos mediante tratamiento hormonal (HANOCQ y col., 1993).

Los puntos principales del programa de selección y en los que se hace mayor hincapié son los siguientes:

– Selección de los machos que entran en el centro de selección e I.A. para ser testados.

– Reposición de las hembras.

– Uso de la I.A. con dos objetivos principales: difusión de genes mejorantes y testaje de machos.

Sólo los machos de I.A. son reconocidos como padres. Excepcionalmente lo son algunos machos utilizados en monta natural controlada, siempre y cuando no se tenga ninguna duda sobre su paternidad.

Las valoraciones genéticas se realizan utilizando la metodología BLUP. Concretamente se usa un modelo animal con repetibilidad en el que los efectos permanentes son absorbidos. Se utiliza para ello el programa BLUPMA (JURADO, 1990). En la ecuación del modelo se incluyen como efectos fijos que influyen en la lactación (GABIÑA y col., 1993): rebaño, año, edad del animal, número de corderos vivos, número de parto y el intervalo entre el parto y el primer control. El efecto genético y el efecto permanente se incorporan como efectos aleatorios.

Resultados obtenidos

Los datos que se presentan a continuación se han obtenido del análisis de los datos de control lechero desde 1985 hasta 1995. Se han utilizado 250.392 lactaciones de LCN correspondientes a 71.388 ovejas de la CAPV y 30.586 lactaciones de 13.912 ovejas LCN de Navarra; 59.409 lactaciones correspondientes a 25.421 ovejas del ecotipo LCR de la CAPV y Navarra y 16.321 lactaciones de 7.755 ovejas de Carranzana

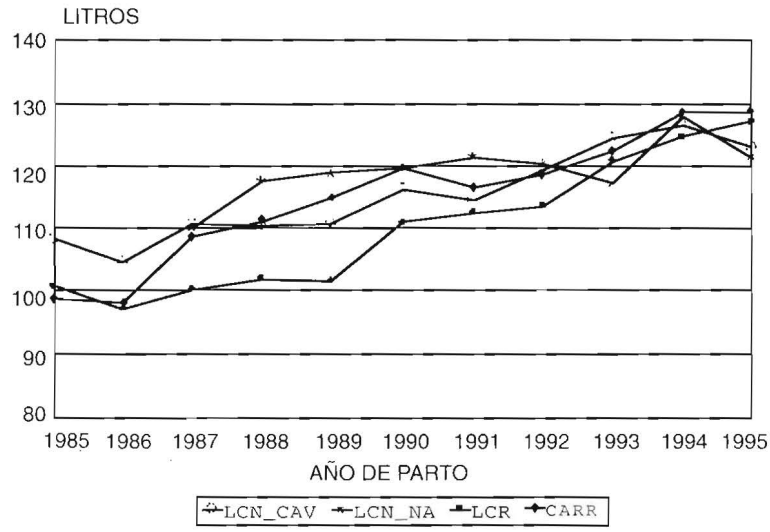


Figura 1. Evolución fenotípica (L120)

(CARR). En la figura 1 se puede apreciar la evolución de la lactación tipo para los ecotipos LCN_CAV, LCN_NA, LCR y raza Carranzana respectivamente desde 1985 hasta 1995 Se puede apreciar que en todos los casos ha habido un incremento positivo.

El aumento en lactación tipificada, que se utiliza como criterio de selección, ha sido de 14,6 litros en LCN_CAV (pasando de 108,3 litros en 1985 a 122,9 litros en 1995). Esto supone un incremento de 1,46 litros/año lo que representa el 1,34 % de la media fenotípica de 1985. El aumento en LCR ha sido mayor, pasando de 100,7 litros a 127 litros. Este aumento supone un incremento de 2,6 litros/año que representa un 2,6 % sobre la media de 1985. En la raza Carranzana el incremento ha sido de 30 litros, pasando de 98,8 litros en 1985 a 128,8 litros en 1995. Esto supone un aumento de 3 litros al año que corresponde a un 3 % de la media fenotípica de 1985. Finalmente en LCN_NA el incremento ha sido de 11,4 litros pasando de 110,1 litros en 1987 a 121,5 en 1995, lo cual supone un aumento del 1,5 % anual en referencia a la media fenotípica de 1987 (1,63 litros/año).

Parte de este aumento se debe al programa de mejora genética y selección. Así, en la figura 2 se puede observar el incremento del valor genético medio de las hembras nacidas entre 1985 y 1994 para LCN, LCR y Carranzana (CARR).

El aumento en LCN_CAV ha sido de 6,7 litros, lo que supone un 0,8 % de la media fenotípica de 1985. En LCR el aumento ha sido también mayor incrementado 9,7 litros, lo que supone un 1,08 % de la media fenotípica. En Carranzana el aumento ha sido de un 0,6 % anual y, finalmente, en LCN_NA el aumento ha sido de un 0.8 % anual.

Comparando la tendencia con otras obtenidas en diferentes programas de selección de ovino lechero, como las de las razas Lacaune y Manech (SANNA y col., 1994) nuestros resultados muestran incrementos menores. Esto se debe, probablemente, a

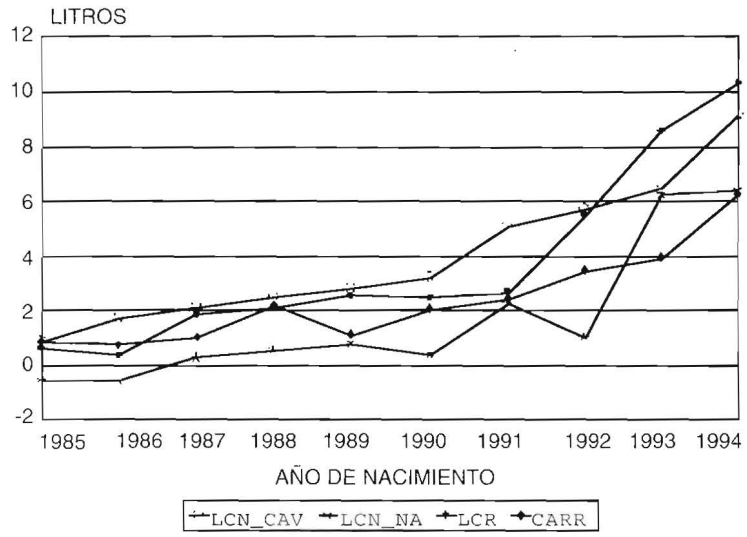


Figura 2. Evolución genética (L120)

que comenzaron los programas mucho antes: 1965 en la Lacaune y 1970 en la Manech, así como a un mayor grado de implicación de los ganaderos y a que sus estructuras de organización están mejor establecidas.

Aplicación práctica y problemas derivados de la misma

Lo expuesto hasta ahora refleja de forma clara que el sistema de manejo predominante en la raza y las características propias de la especie determinan de forma importante los resultados que se pueden obtener con el esquema de selección y que, en muchos casos, limitan el progreso obtenible con dicho esquema. A continuación se detallan aquellos factores que condicionan de forma más importante al programa de selección de las razas Latxa y Carranzana.

1. *Porcentaje de animales en control lechero (CL).* Diversos autores han indicado que es necesario un porcentaje mínimo del 10-20 % para que los programas de selección tengan repercusión en la mejora del global de la población. En la CAPV y Navarra este porcentaje representa un 25%. Aunque esta cifra sobrepasa el porcentaje mínimo, está muy lejos de llegar al 70 % de otros programas de selección, como el de la Lacaune o la Manech, que obtienen mayores progresos (SANNA y col, 1994). Evidentemente, una mayor proporción de animales controlados permite una mayor intensidad de selección y por lo tanto una mayor respuesta. En la actualidad el censo de animales controlados se mantiene más o menos constante sin muchas probabilidades de que esta proporción aumente.

2. *Conexión entre el núcleo de selección y los rebaños comerciales.* Para poder cumplir el objetivo de mejorar el global de la producción lechera de ovino, es necesario que las mejoras obtenidas en los rebaños que realizan IA se transmitan al resto de los

rebaños comerciales. La conexión principal entre estos dos grupos de rebaños se hace a través de la venta de animales vivos. Esta venta se realiza entre rebaños de CL y de fuera de CL, y a través de la venta en el Centro de selección de aquellos animales que no son aptos para la IA, bien porque no son seleccionados por la comisión o por no adaptarse a la recogida de semen en vagina artificial. En todo caso, son animales que poseen un buen pedigrí y que cumplen el estándar racial. Podemos definirlos como animales élite dentro de la población controlada. Sin embargo este movimiento de animales no asegura una conexión eficaz entre ambos grupos de rebaños siendo muy difícil realizarles un seguimiento por no disponerse de datos fuera del CL

3. *Sistema destete-ordeño.* En gran parte de la CAPV las corderas de reposición son criadas con la madre por lo que, al controlarse únicamente las ovejas que están en ordeño exclusivo, se pierden los datos de estas lactaciones que, normalmente, son de las mejores productoras del rebaño. Además, al tener todos los corderos hasta su venta un periodo de amamantamiento, existe un período variable de tiempo en el que no se toman datos de leche ordeñada a la madre. Esto hace que, a diferencia del vacuno de leche donde los controles se realizan inmediatamente después del parto, la estima de las lactaciones no sea tan fiable y que por lo tanto las respuestas obtenidas no sean todo lo buenas que se podrían esperar.

4. *Número de IA realizadas y porcentaje que representa dentro de la población en CL.* Analizando los datos de diversos programas de selección se observa que son aquellos programas con mayor proporción de IA los que obtienen los mejores resultados. Actualmente en la CAPV y Navarra el de IA supone un 16 %. Esto está lejos del 75 % que realizan los franceses en la raza Lacaune o del 43 % en Manech. Evidentemente, una mayor proporción de IA supone una mejora por varios motivos: una mayor difusión de los genes mejorantes; posibilidad de testar mayor número de machos, y además en un esquema como el de la raza Latxa en el que sólo se admiten paternidades de IA supondría una mayor proporción de genealogías conocidas (excepcionalmente se admiten paternidades de monta natural controlada). Intimamente unido a este punto está el porcentaje de corderas nacidas de IA que quedan en la explotación y el porcentaje que dichos animales representan en el total del rebaño. El porcentaje de hembras nacidas de IA que se quedaron dentro de la explotación en 1994 en la CAPV fue del 74 %. Son cifras que se pueden considerar buenas teniendo en cuanta aspectos como la mortalidad, el desarrollo fisiológico, partos múltiples, etc. Sin embargo, en 1995 sólo el 28 % de las hembras que tuvieron lactación provenían de IA. Esto explica parte de la lentitud en la obtención de resultados dentro del programa de selección.

5. *Malos resultados de fertilidad en IA.* Por medio de la IA se obtienen actualmente unos resultados de fertilidad que se sitúan alrededor del 50 %. Esto limita mucho el progreso que se puede obtener. El trabajar con semen refrigerado plantea un problema añadido referente al tiempo en el que el semen es viable desde su preparación hasta su aplicación, y a que no se puede realizar un almacenamiento de semen a lo largo del año y conseguir una banco como ocurre cuando se trabaja con semen, congelado. El territorio relativamente pequeño sobre el que se asienta la raza permite que los recorridos a realizar para aplicar el semen, sean entre 25-100 km., lo que facilita el trabajo y abarata los costes aunque, algunas inseminaciones, cada vez menos, se realizan en los

pastos de montaña. El sistema de producción y manejo hace que sea económicamente inviable la utilización de otras técnicas de IA como la IA, con semen congelado vía intrauterina con la que se podrían conseguir unos resultados mejores de fertilidad y difundir determinados machos mejorantes gracias al banco de semen obtenido durante el período de espera.

6. *Baja rentabilidad de los machos de IA.* Las necesidades de concentración espermática por dosis seminal condicionan la productividad espermática de los machos utilizados en IA con semen refrigerado. Así, el número medio de dosis que se obtiene en un salto es de 7. Si se compara con los 400 que se obtiene de un salto en vacuno (en el que se utiliza semen congelado) vemos que aún teniendo los mismos niveles de fertilidad el progreso será evidentemente menor, ya que para realizar todas las IA necesarias no podemos aplicar las mismas intensidades de selección, al ser necesarios más machos para obtener el mismo porcentaje de dosis.

7. *Tiempo que se tarda en testar un macho.* El tiempo necesario para que un macho tenga una valoración genética es de unos 46 meses repartidos según la siguiente cronología:

Mes 0: Nace el macho

Mes 3: Se incorpora al centro de IA y selección

Mes 18: Se pone en testaje

Mes 23: Nacen las primeras hijas

Mes 41: Inician la lactación

Mes 45: Terminan la lactación

Mes 46: Valoración genética.

Esto repercute directamente en un progreso genético menor por unidad de tiempo. Existen dos vías que permiten adelantar la edad en la que los machos puede ser valorados: adelantando la edad a la que los machos se ponen en testaje y adelantando la edad de las ovejas en su primera lactación. Sin embargo, como se ha explicado en capítulos anteriores, el sistema de manejo y explotación existente en la CAPV hace difícil que esto se pueda dar de forma generalizada. En las zonas en las que ponen a cubrir las corderas el macho puede tener valoración genética a la edad de 3 años en lugar de tenerla a los 4, adelantando su prueba un año. La posibilidad de adelantar la edad de los machos en testaje se está analizando en una experiencia en ambiente controlado que se está llevando a cabo en la actualidad, sin haber obtenido por ahora resultados satisfactorios. Además, la fertilidad de los corderos es aún menor que la de los machos adultos.

8. *Criterio de selección.* Actualmente se está seleccionando únicamente para cantidad de leche, debido fundamentalmente al gran costo económico que supone recoger los datos de calidad. Costo que, por ahora, ni la administración ni los ganaderos están dispuestos a asumir. Los datos de calidad de leche son necesarios para poder ver cómo están evolucionando estos caracteres ya que, debido a la correlación genética negativa entre cantidad y calidad, pueden sufrir un deterioro importante y no se debe olvidar que la leche de oveja se vende casi en su totalidad para ser transformada en queso en el que sí tiene mucha importancia la composición. Casi el 59% de todo el coste económico derivado del esquema de selección se debe a la recogida de datos del control de producciones. No hay que olvidar que sólo el 30% de las explotaciones tiene ordeño mecánico lo que hace que sea aún más difícil el que se realicen las tomas de muestra para composición de la leche.

9. *Coordinación entre los diferentes organismos que participan en el esquema:* asociaciones de ganaderos, centros de gestión, centro de selección y centros de investigación. Una buena estructura es determinante para que el flujo de información sea ágil. Este aspecto aunque aparece en último lugar es sumamente importante ya que es primordial para que el rendimiento sea óptimo

Bibliografía

ARRANZ, J.; OREGUI, L. M.; BRAVO, M. V.; UGARTE, E.; URARTE, E.; LANA, M.P.; TORRANO, L. 1995. "Estudio de la duración del amamantamiento en ovejas de raza Latxa". *ITEA*. Vol. extra, nº 16, tomo II: 714-716.

GABIÑA, D.; URARTE, E.; ARRANZ, J. 1985. "Resultados obtenidos con distintos métodos de simplificación del control lechero cuantitativo en ovejas de raza Latxa y Carranzana". *ITEA*. Vol. extra, nº 5: 87-90.

GABIÑA, D.; URARTE, E.; ARRANZ, J. 1986. " Métodos de simplificación de control lechero cuantitativo. Aplicación a las razas ovinas del País Vasco". *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*. 1(3), 259-170.

GABIÑA, D.; URARTE, E.; ARRANZ, J.; ARRESE, F.; SIERRA I. 1990. "Las razas ovinas Latxa y Carranzana. III. Factores de producción de los caracteres de reproducción". *ITEA*, 86 A(2), 93-112.

GABIÑA, D.; ARRESE, F.; ARRANZ, J.; BELTRÁN DE HEREDIA, I. 1993. "Average milk yields and environmental effects on Latxa sheep ". *Journal of Dairy Science*, 76: 1191-1198.

HANOCQ, E.; URARTE, E.; UGARTE, E.; ARRESE, F.; GABIÑA, D.; ARRANZ .; OREGUI L.; BRAVO M.V., BELTRÁN DE HEREDIA I. 1993. " Situación y problemática del programa de mejora genética del ovino lechero en la Comunidad Autónoma Vasca". *ITEA*, 89A(2): 143-161.

JURADO J.J. 1990. " Programa BLUPMA". *Nº 113 del Catálogo de Sofware de Interés en Agricultura:* 81.

SANNA, S. R.; CARTA, A.; UGARTE, E.; BARILLET, F.; GABIÑA, D.; PORTOLANO, B.; CASU, S. 1994. "Implementation of breeding schemes for dairy sheep in Mediterranean areas". *Proc. of 45th Annual meeting of EAAP*. pág 263.

URARTE E. 1989. "La raza Latxa: sistemas de producción y características reproductivas". *Servicio de publicaciones del Gobierno Vasco. Tesis doctorales*, nº 1. 212 pp.

URARTE, E.; GABIÑA, D.; ARRANZ, J.; ARRESE, F.; GOROSTIZA, P.; SIERRA I. 1990. " Las razas ovinas Latxa y Carranzana. II. Descripción del comportamiento reproductivo de los rebaños en control lechero". *ITEA*, 86 A(1), 3-14.

ITEA (1996). Vol. 92A N.º 3, 22-30

EL PROGRAMA DE SELECCIÓN EN LA RAZA OVINA MANCHEGA

M.D. Pérez-Guzmán
J.J. Jurado *
M. Serrano *
V. Montoro

Centro Regional de Selección y
Reproducción Animal
CERSYRA
Consejería de Agricultura de la JJCC
Castilla-La Mancha
13300 Valdepeñas. Ciudad Real

* Área de Mejora Animal
CIT -INIA
28080 Madrid

SUMMARY

Selection Scheme for Manchega sheep was iniciated 9 years ago, and many problems have appeared up to date.

During this period, it had been necessary to increase the number of inseminated ewes per ram from 100 to 150. In addition, male lambs from the immediately lower genetic level than those which are qualified to be tested, are been sold to breeders in order to increase the diffusion of genetic potential.

With regard to milk recording, the main limitation is the high number of lactations iniciated but not finished. Nowadays to solve this problem, it has been assayed the extension of the unfinished lactations.

In general, apart from these problems, a slight positive genetic trend is observed, though it is necessary to improve several aspects.

Introducción

El Esquema de Selección de la raza ovina Manchega (ESROM) tiene su origen en la Orden Ministerial de 13 marzo de 1986 (BOE de 22), mediante la cual se impulsaron los esquemas de valoración de sementales dentro de las razas ovinas de aptitud lechera. El ESROM se inicia dos años más tarde de la publicación de la norma, con posteridad a los de las razas Latxa (HANOQ *et al.*, 1993) y Churra (OLMEDO *et al.*, 1993).

El objetivo de selección del ESROM es el aumento de la producción de leche, teniendo en cuenta los factores de calidad: materia grasa, proteína y extracto seco.

El diseño técnico del ESROM (Figura 1) es muy similar al que se lleva a cabo en la

raza Lacaune. Los ganaderos constituyen la parte más importante en el programa, por ser los destinatarios de la mejora conseguida. Desde el inicio de las actividades del esquema han participado más de 200 explotaciones, de las que 52 estan asociadas a AGRAMA y el resto pertenecen a ganaderos que están comenzando con los trabajos de selección. El esquema se basa en las tres herramientas indispensables en la mejora genética: el control lechero, la inseminación artificial (IA) y la valoración conjunta de los reproductores mediante metodología BLUP.

El control lechero es un instrumento imprescindible en la base de selección, para el conocimiento del nivel productivo de la población y la evaluación de los reproductores. El que se lleva a cabo en la raza Manchega sigue la normativa internacional de control simplificado alterno, cuyas producciones son corregidas con las producciones totales del día del control AC (CICPE, 1992). El número de ovejas que realizan el control lechero es bastante reducido si se compara con el efectivo global de la raza. Se calcula que solo el 2% de las ovejas manchegas están sometidas a control lechero. No obstante existe una clara tendencia ascendente de cara a los próximos años.

El uso de la IA tiene un triple objetivo en el ESROM: crea la conexión genética de los rebaños, facilita el conocimiento de la genealogía sin las complicaciones que supone la MN y finalmente permite aumentar el rendimiento reproductivo de los sementales pro-

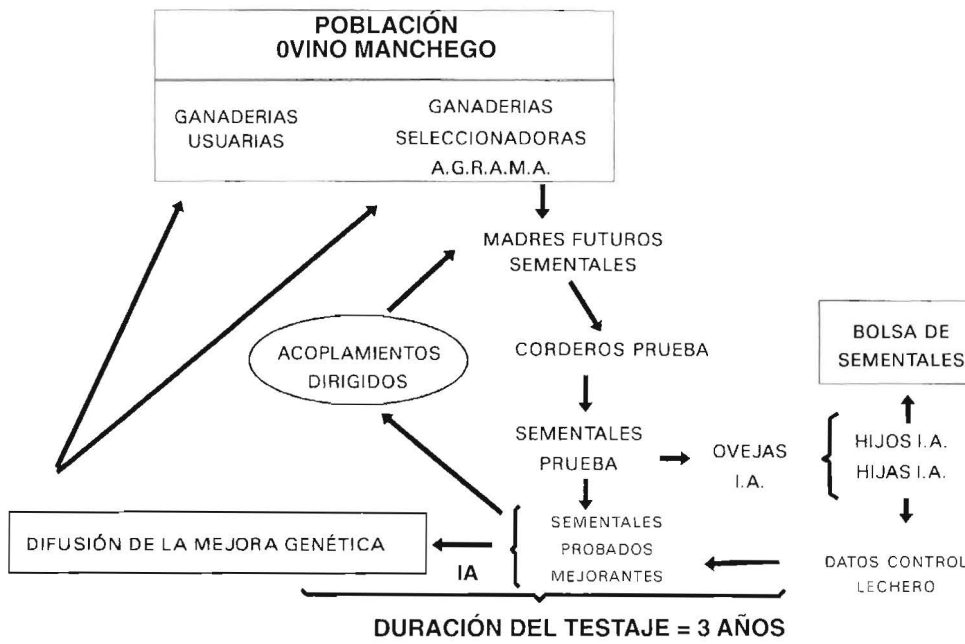


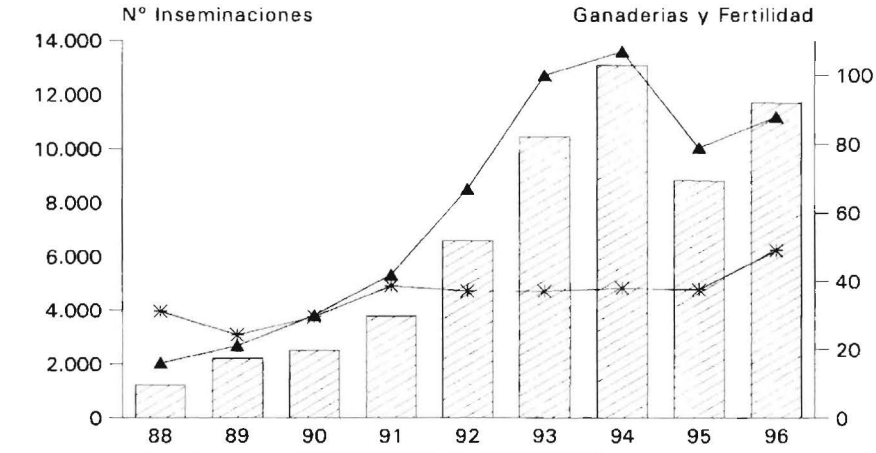
Figura 1. Funcionamiento del Esquema de Selección de la Raza Ovina Manchega

bados como mejorantes. El número total de ovejas inseminadas hasta el momento (Junio 1996) es de 54.027, distribuyendose las inseminaciones a lo largo de todos los meses del año, hecho que diferencia al ESROM de otros programas de selección de Francia y España en los que existen épocas muy definidas para relizar la IA (BRIOIS, 1990; OLMEDO *et al.*, 1993 UGARTE *et al.*, 1995). En la figura 2 aparece resumida la evolución de las inseminaciones realizadas así como los resultados de fertilidad obtenidos. En ella se puede apreciar un ligero descenso en el último año en cuanto al número de inseminaciones realizadas. Esto se ha debido al hecho de empezar a exigir en ese año la realización del control lechero a los ganaderos que deseaban participar en el Esquema de Selección. Paralelamente se ha puesto especial interés en la elección de las ovejas a inseminar en cuanto a valoraciones genéticas, no dejando que sean inseminadas las ovejas según el criterio del ganadero.

Las estimaciones de los valores genéticos de la población se realizan utilizando la metodología BLUP-Modelo Animal, con medidas repetidas desarrollada por el Area de Mejora Animal del CIT-INIA (JURADO, 1994). En la última valoración genética realizada (MARZO 1996) han entrado por encima de 42.000 lactaciones siendo evaluados más de 29.000 animales.

Modificaciones surgidas en el ESROM

A lo largo de estos 7-8 años han surgido numerosos problemas, unos propios de la puesta en marcha de cualquier esquema de selección y otros debidos a las particularida-



	88	89	90	91	92	93	94	95	96
I.A.	1.223	2.192	2.504	3.782	6.607	10.452	13.098	8.836	11.722
GANADERIAS	16	21	30	42	67	100	107	79	88
FERTILIDAD	31,1	24,2	29,6	38,7	37,2	37,1	38	37,5	49

Figura 2. N.º de inseminaciones, ganaderías colaboradoras y resultados de fertilidad en el Esquema de Selección de la Raza Ovina Manchega durante los años 1988-1996

des del sector ovino en Castilla-La Mancha. Es nuestro objetivo señalar alguna de estas incidencias, apuntando las modificaciones al planteamiento inicial del esquema que han sido estudiadas y puestas en práctica.

Testaje de moruecos: incorporación de la "Bolsa de Sementales"

En la tabla 1 aparece la evolución de los sementales ingresados en el centro de inseminación por años de nacimiento, así como los sementales que han salido valorados tanto positivamente como negativamente.

Como se observa, de un total de 214 moruecos ingresados con fechas de nacimiento hasta el año 1991, 113 (53%) han sido desechados antes de ser valorados genéticamente. Por otro lado, se han valorado 88 moruecos lo que supone un 41%, quedando por valorar un 6% casi en su totalidad del año 1991.

Si sumamos las inseminaciones realizadas hasta el año 1993 y restamos las que se han realizado con machos mejorantes, nos da un total de aproximadamente 18.000 inseminaciones de testaje. Si dividimos éstas por los 88 machos valorados, obtenemos un valor de 200 inseminaciones por macho valorado. Si comparamos este número con el previsto de 100 inseminaciones por macho, estamos muy por encima del mismo. Esta situación nos ha llevado a subir el número de inseminaciones por macho hasta 150, ya que el resto hasta 200 se han perdido con los moruecos que sufren bajas a medio testar y con las deficiencias que han existido en la identificación y seguimiento posterior de las corderas hijas de inseminación, pero que creemos que en este momento están mejor controladas.

No cabe duda que el número de sementales valorados y, de éstos, los realmente mejorantes es muy reducido. Por otro lado, en estos primeros años, la implantación del esquema de selección a nivel de la raza manchega es tambien muy reducida, y está bastante lejos de alcanzar el mínimo del 10% de la población que es necesario para que su influencia empiece a ser efectiva en el conjunto del sector (BARILLET, 1990).

Por todo ello, y con el fin de aprovechar al máximo y difundir a un mayor número de ganaderías el potencial genético con el que trabaja el Esquema de Selección, se creó la

TABLA 1

	Moruecos Totales	Moruecos eliminados sin estar	Moruecos testados	Moruecos testados / Totales
1987	70	49	21	30,0
1988	14	5	9	64,3
1989	38	18	20	52,6
1990	33	14	17	51,5
1991	59	27	21	35,6
1992	49	33	1	2,0
1993	74	38		
1994	108	27		
1995	26	1		

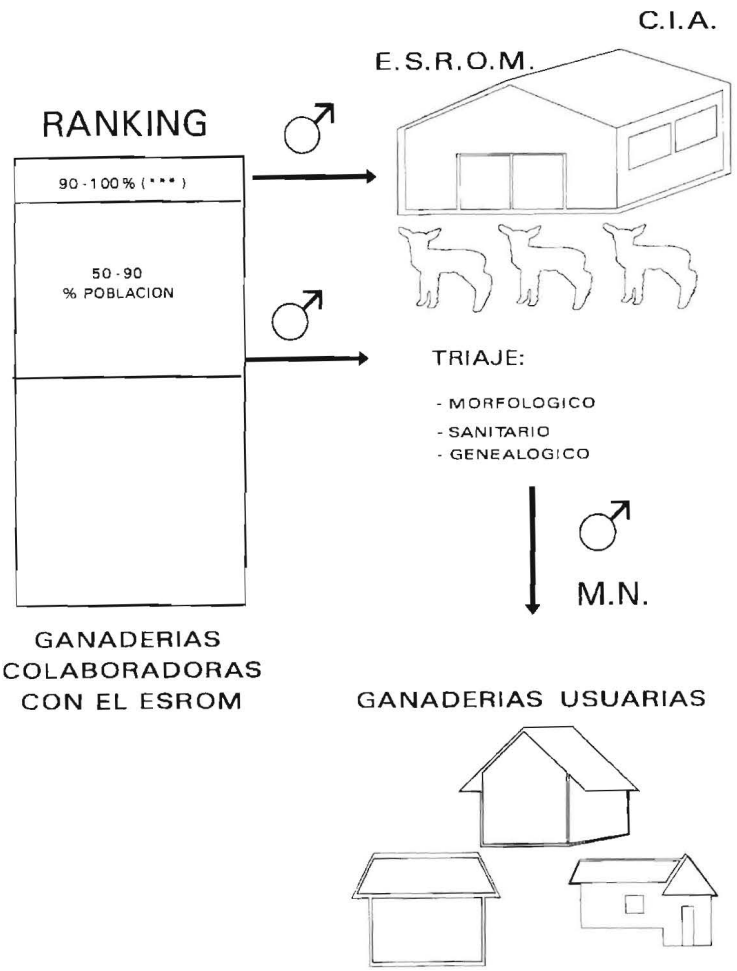


Figura 3. Funcionamiento de la bolsa de sementales

"Bolsa de Sementales". Ésta está formada por una serie de machos (corderos) que proceden de ganaderías inscritas en el Libro genealógico de la raza Manchega y son hijos de inseminación artificial. Al mismo tiempo, la valoración de sus madres debe estar por encima del 50% de la población controlada, es decir son los moruecos que se encuentran en el nivel inmediatamente inferior a los candidatos a sementales (Figura 3).

Al igual que los corderos que ingresan en el centro de testaje, éstos se someten a pruebas sanitarias, morfológicas y al test de exclusión de paternidad, siendo su edad mínima de tres meses. El precio está tasado con anterioridad, igual para todos, y no existe por parte del ganadero comprador posibilidad de elección. La primera bolsa de

sementales se organizó en el año 1994, habiendose adjudicado hasta el momento un total de 221 sementales en 8 ediciones. El número de ganaderos que se han beneficiado es de 80.

Control lechero: extensión de lactaciones

La evolución en cuanto al número de animales que realizan el control lechero es claramente ascendente. Destacan los controles realizados a partir del año 1993 en el cual se inicia el control lechero en ganaderías que no pertenecen a la asociación AGRAMA, pero que se adhieren al esquema, iniciando los controles lecheros (Tabla 2).

Sin embargo, el problema radica en el número tan elevado de animales en control lechero que no lo finalizan, o lo que es lo mismo, que no llegan a tener una duración de la lactación de 120 días. Esto se debe, frecuentemente, a que los ganaderos por cuestiones de manejo retiran las ovejas del control lechero.

TABLA 2
RELACIÓN DE CONTROLES INICIADOS Y FINALIZADOS Y GANADERÍAS IMPLICADAS EN EL CONTROL LECHERO DE LA RAZA OVINA MANCHEGA

	Controles Iniciados	Controles Finalizados	Ganaderías
1985	6.139	4.498	38
1986	7.428	4.934	41
1987	9.275	5.375	50
1988	10.645	5.576	52
1989	9.723	4.988	52
1990	9.758	5.784	49
1991	11.213	6.828	48
1992	8.925	6.660	42
1993	13.033	8.547	69
1994	15.191	9.063	71
1995	24.310	15.071	119

Se ha estudiado la posibilidad de proyectar estas lactaciones incompletas, mediante factores de extensión. Para la extensión se utilizó la metodología propuesta por AURAN (1976), que se basa en la predicción de la parte desconocida de la lactación a partir de la producción del último control conocido.

Los factores de extensión fueron obtenidos mediante una regresión de la producción desde un control dado hasta 120 días, sobre el número de días faltantes desde ese control hasta 120 días. Las correlaciones fenotípicas entre las lactaciones extendidas a partir de un mínimo de dos controles conocidos y las tipificadas fueron del orden de 0,96 a 0,99 para los caracteres estudiados. Las correlaciones genéticas entre las lactaciones tipificadas y las extendidas a partir de dos o tres controles conocidos fueron también muy elevadas (0,99 - 1,00). Las heredabilidades estimadas para los caracteres tipificados y los extendidos a partir de dos o tres controles fueron muy similares, lo que indicaría que ambos sistemas, tipificación y extensión son medidas del mismo carácter.

La precisión del valor genético de los machos aumentó cuando éstos fueron evaluados con lactaciones tipificadas y extendidas, frente al valor de ésta obtenido sólo con lactaciones tipificadas. También se han observado cambios entre las ordenaciones de los machos en función de su valoracion sólo con lactaciones tipificadas, y con éstas más las extendidas (SERRANO M. *et al.*, 1995). Por todo ello creemos que la inclusión de estas lactaciones contribuye a la prevención de sesgos en la predicción genética de los sementales, además de acelerar la

valoración de los sementales al alcanzar aproximadamente un 10% más la fiabilidad suficiente para poder ser declarado como valorado (en este momento podríamos dar por valorados 8 sementales más).

Resultados del esquema de selección de la raza ovina Manchega

Respuesta a la selección

Es indispensable para evaluar el éxito de un programa de mejora genética cuantificar el cambio de valor genético medio que se produce anualmente en la población seleccionada. En él influyen tanto la organización del esquema de selección como la calidad de la valoración genética y el uso que se haga, mediante apareamientos dirigidos, de los reproductores.

El procedimiento clásico consiste en estimar los componentes de varianza a partir de la información acumulada, realizar con ellos una valoración genética y a partir de ésta, estimar la respuesta a la selección. Otra posible forma de abordar este problema es utilizar la metodología Bayesiana y muestreo de Gibbs, que permite estimar parámetros genéticos y obtener la respuesta a la selección simultaneamente. La superioridad del muestreo de Gibbs frente a las estimas basadas en BLUP mediante modelo animal, se hace patente cuando la estructura o volumen de los datos tiene alguna deficiencia o cuando la heredabilidad es de tipo moderado o baja (SORENSEN *et al.*, 1994b). Esta metodología comenzó a utilizarse, en mejora animal, en el año 1993; (WANG *et al.*), aplicándose posteriormente al modelo animal para efecto directo (SORENSEN *et al.*, 1994a y b; VARONA *et al.*, 1993, GIANOLA *et al.*,1995). En nuestro caso se ha realizado el cálculo mediante esta nueva metodología bajo mismo modelo utilizado en la valoración genética.

En las siguientes figuras aparecen las tendencias genéticas calculadas, para el caso de la población total controlada de ovino Manchego (Figura 4) y el ejemplo particular de un rebaño sometido a una intensidad de selección y a un control superior a la media como es el rebaño experimental del CERSYRA (Figura 5).

Como se observa, para la población general existe una pequeña tendencia tanto para leche normalizada como para leche real, mas pronunciada en el primer caso.

La tendencia genética que se observa en la explotación experimental, aparece a partir de 1989, fecha en la que se inicia el esquema de selección en la misma. El ligero estancamiento que se produce en los años 92 y 93 se debe a la utilización de machos en prueba que luego han salido negativamente valorados. Por todo ello debemos deducir que en esta explotación en particular, con unos niveles genéticos superiores a la media de la población, deberían ser utilizados sólo machos en prueba con la suficiente garantía de unos buenos índices de pedigrí o machos mejorantes.

En general, se puede afirmar que, aunque lentamente, sí existe una respuesta positiva dentro del esquema de selección de la raza ovina manchega, teniendo todavía que mejorar diversos aspectos, alguno de ellos comentados, con el fin de aumentarla.

Resumen

El Esquema de Selección de la raza ovina Manchega lleva 9 años funcionando. A lo

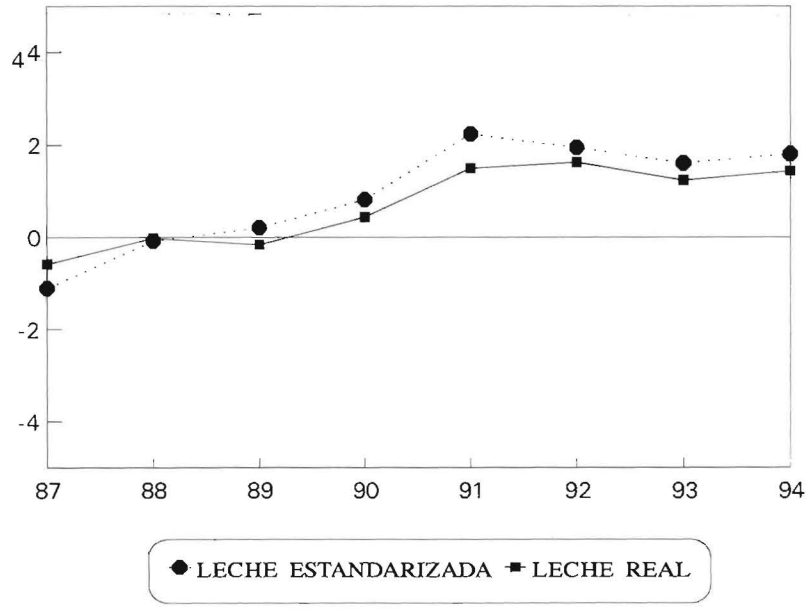


Figura 4. Tendencias genéticas para leche normalizada y leche real en la población controlada de ovino Manchego

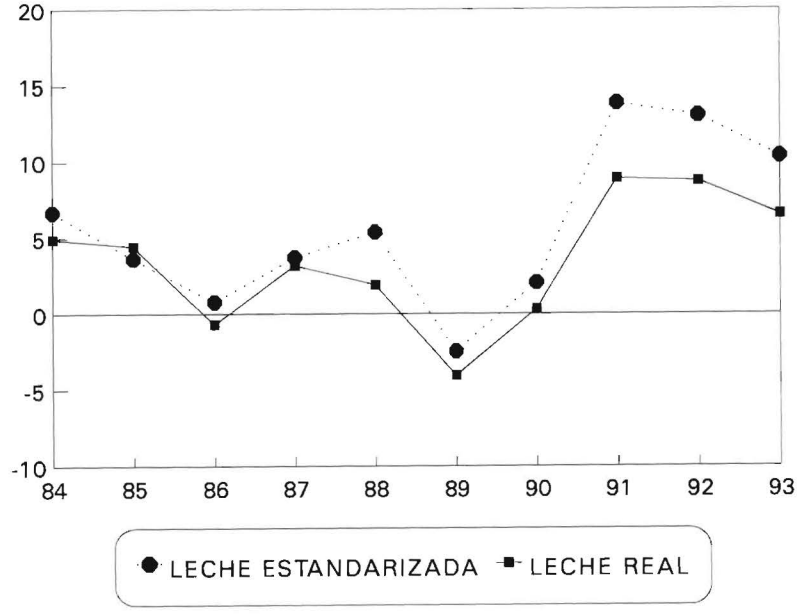


Figura 5. Tendencia genética para leche normalizada y leche real en el rebaño experimental del CERSYRA

largo de estos años han surgido numerosos problemas.

En cuanto al testaje de moruecos ha sido necesario subir el número de inseminaciones por macho de 100 a 150, así como, se ha creado la bolsa de sementales encaminada a difundir al máximo el potencial genético con el que trabaja el esquema.

Respecto al control lechero, el principal problema es la gran cantidad de lactaciones que se inician y no acaban. Para intentar solucionar esto, se ha iniciado el estudio de la extensión de las lactaciones inconclusas.

A pesar de los inconvenientes surgidos en la puesta en marcha del esquema, en general, aparece una ligera tendencia genética positiva, aunque es necesario mejorar algunos aspectos.

Bibliografía

AURAN, T. 1976. "Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records". IV Estimating total lactacion from part-lactation. *Act.Agric.Scand.* 26:10-17.

BARRILLET, F. 1993. "Sheep dairyng in France: genetic improvement organitation". *FAO-CIHEAM meeting.* 20pp. Zaragoza.

BRIOSIS, M. 1990. "Organización de la inseminación artificial de la raza Lacaune". *Seminario CIHEAM sobre producción y calidad de leche de ovino.* 35 pp. Ed. IMAZ.

GIANOLA, D.; WANG, C. S; FOULLEY, J. L. y FERNANDO, R. L. 1995. "Bayesian inference about heritability in a linear model with additive genetic effects". *Revista Portuguesa de Zootecnia* AI (II):63-86.

HANOQ, E.; URARTE, E.; ARRESE, F.; GABIÑA, D.; ARRANZ, J.; OREGUI, L.; BRAVO, M.V.; BELTRÁN, I. 1993. "Situación y problemática del programa de mejora genética del ovino lechero de la Comunidad Autónoma Vasca". *ITEA.* Vol. 89A. 2:143-161.

JURADO, J.J. 1994. "Evaluación genética de reproductores en ganado ovino de raza Manchega". *En: Ganado ovino: Raza Manchega.* 369-389. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

OLMEDO, J.A.; MERINO, E.; LOPEZ, T.; ANEL, E. 1993. "Situación del esquema de la raza Churra". *ITEA* Vol. 89A. 2:162-165.

SERRANO, M.; PEREZ-GUZMAN, M.D.; MONTORO, V.; JURADO, J.J. 1994. "Genetic parameters estimation and selection progress in the selection program of ovine Manchega breed". *45 Annual Meeting of the European Association of Animal Production.* Edimburg, 5-8 September.

SORENSEN, D.; ANDERSEN, S.; JENSEN, J.; WANG, C. S. y GIANOLA, D. 1994a. "Inferences about genetic parameters using the Gibbs Sampler". *5th WCGALP.* Guelph.Vol. 18:321-328.

SORENSEN, D.; WANG, C. S.; JENSEN, J.; y GIANOLA, D. 1994b. "Bayesian analyssis of genetic change due to selection using Gibbs Sampler". *Genetic Selection.* Evol. 26:333-360.

UGARTE, E.; URARTE, E.; ARRANZ, J.; ARRESE, F.; BELTRAN, I.; OREGUI, L.M.; BRAVO, M.V.; GABIÑA, D. 1995. "Estructura y organización técnica del programa de mejora genética y selección de las ovejas de raza Latxa y Carranzana en la Comunidad Autónoma del País Vasco". 18pp. Granja Modelo de Arkaute (Alava).

VARONA, L.; MORENO, C.; GARCÍA CORTÉS, L. A. y ALTARRIBA, J. 1994. "Estimación multicarácter de componentes de varianza y covarianza en vacuno lechero mediante muestreo de Gibbs". *Revista Portuguesa de Zootecnia* AI (I):185-195.

WANG, C. S.; RUTLEDGE, J. J. y GIANOLA, D. 1993. "Marginal inferences about variance components in a mixed linear model using Gibbs sampling". *Genet. Sel. Evol.* 25:41-62.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 31-43

PROBLEMÁTICA DEL PROGRAMA DE SELECCIÓN DE LA RAZA CHURRA

L.F. De la Fuente[1]
E. Merino[2]
T. López[2]
F. San Primitivo[1]

1. Departamento de Producción Animal I
Universidad de León, 24071-LEÓN

2. ANCHE, Asociación Nacional de Criadores
de Ganado Ovino Selecto de Raza Churra
c/ Casado del Alisal, n.º 21, 34001-PALENCIA

RESUMEN

Se realiza una descripción de la situación de la raza Churra, así como del programa de selección que se está llevando a cabo. El programa de selección de la raza Churra fue diseñado en 1984 y comenzó en 1986. Está coordinado por la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Churra (ANCHE) Con el soporte técnico del Departamento de Producción Animal I de la Universidad de León. El censo de raza en 1995 fue 1.7 millones de animales, de los que 29.253 ovejas, pertenecientes a 99 rebaños, estuvieron sometidas a control lechero. Sin embargo, en 1995 el núcleo de selección estuvo formado por 45 ganaderías.

El esquema de selección conecta los rebaños mediante inseminación artificial, en 1995 se realizaron 16.904 inseminaciones. El programa realiza pruebas de descendencia a 50 machos por año. La valoración genética es realizada por BLUP modelo animal con medidas repetidas.

SUMMARY

The present situation of the Churra sheep breed is described and the selection scheme being applied is discussed. The breeding programme for the Churra breed was designed in 1984 and started in 1986. It is coordinated by the National Association of Breeders of Selected Churra Sheep (ANCHE) WITH technical support from the Department of Animal Production I of the University of Leon. Out of a census of 1.7 million of animals, 29.253 ewes from 99 herds their productions recorded in 1995. However in 1995 the selection nucleus was made up by 45 herds.

The selection scheme connects the herds through artificial insemination, 16.904 AI were performed in 1995. The programme carried out progeny tests to 50 rams per year. The genetic evaluation is performed by means of an animal model accounting for repeated measurements and using the BLUP methodology.

Introducción

La Churra es una raza autóctona, ubicada en la cuenca del Duero, región de Castilla y León. Esta raza tiene su núcleo principal en las comarcas de Tierra de Campos y del Cerrato, en las provincias de León, Palencia, Valladolid y Zamora. Se extiende también por las provincias de Burgos, Segovia, Soria y Salamanca.

El censo oficial de la raza Churra es de 1.770.530 animales, lo que representa el 10% del censo ovino nacional español. Sin embargo el censo estimado por ANCHE es de unas 800.000 cabezas. Si bien la raza Churra es de aptitud fundamentalmente láctea, la mayor parte de los rebaños no se ordeñan. Se estima que solamente unas 400.000 ovejas churras están sometidas a ordeño.

Se pueden diferenciar tres estratos poblacionales: a) Rebaños en control lechero oficial y pertenecientes al núcleo de selección, 45 en Enero de 1996; b) rebaños en control lechero oficial, pero que no pertenecen al núcleo de selección, 54 rebaños en Enero de 1996 y c) rebaños de la población base, no sometidos a programas de control lechero.

Sistema de producción. La raza Churra se considera de aptitud láctea y de gran rusticidad. Está perfectamente adaptada al clima continental de la región de Castilla y León, con largos y duros inviernos, primaveras muy cortas y veranos secos y calurosos.

El número medio de cabezas por rebaño es de unas 450, en el caso de ganaderías pertencientes ANCHE. La mayoría de los rebaños siguen un regimen mixto de pastoreo y estabulación, es decir, los animales duermen en los apriscos y durante el día pastan en los campos. Durante los meses más fríos y las épocas de paridera, los rebaños selectos suelen estar estabulados.

La raza Churra presenta una gran precocidad sexual, la primera cubrición suele producirse entre los 14 y 16 meses, si bien se han cubierto con fecundación entre los 5 y 7 meses. La prolificidad media está en 1,4 crías por parto. Se consideran tres parideras, durante los meses de Noviembre-Diciembre (31 % del total), Febrero-Marzo (27 %) y Julio (10 %), el resto de los partos está disperso por el resto de los meses del año, ver Gráfico n.º 1.

El destete se produce a edades tempranas, 25-30 días, para sacrificar al cordero en forma de lechazo o lechal. Las hijas de las mejores ovejas se dejan para reposición, en torno al 15-20%. En algunos rebaños a estas corderas de reposición se las mantiene con la madre durante un mes y medio. Posteriormente se las mantiene a media leche hasta los 2-3 meses que se destetan.

El sistema de ordeño mecánico se va imponiendo, a medida que los ganaderos se van integrando en asociaciones y cooperativas. Así, el 85 % de los rebaños incluidos en el núcleo de selección realizan ordeño mecánico.

La productividad láctea media de las ovejas sometidas a control lechero oficial es de 112 l. en 120 días de lactación y 131 en la lactación completa, que dura por termino medio 145 días. Esta producción láctea es muy variable, tanto entre rebaños, como entre animales dentro del mismo rebaño.

Las diferencias entre rebaños se deben fundamentalmente al manejo y alimentación proporcionado por cada ganadero, más que a diferencias genéticas, estando la productividad de la raza perfectamente adaptada a la oferta en nutrientes de cada ganadería. Es por esto que la mitad de las ovejas

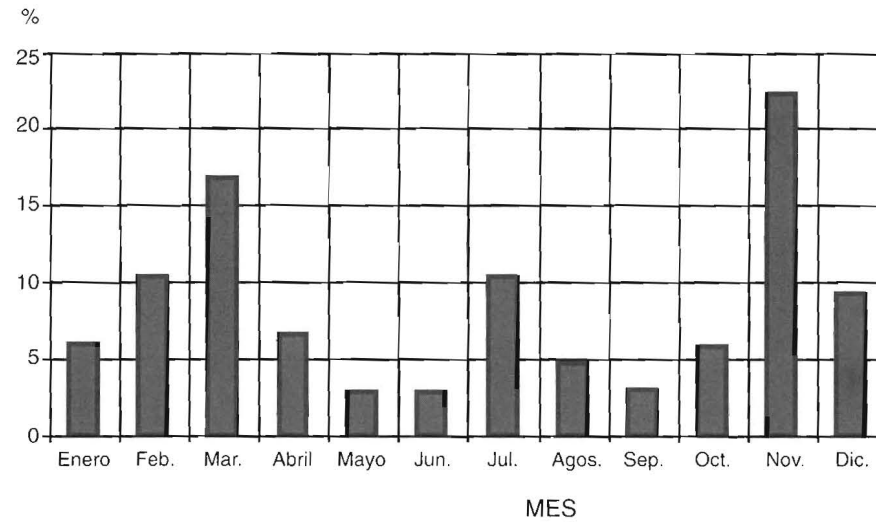


Gráfico 1. Distribución de partos a través del año en la raza Churra

churras, siendo ésta de aptitud láctea, no están sometidas a ordeño. Sin embargo, en aquellas explotaciones donde el manejo es adecuado y los recursos son suficientes, su producción láctea es económicamente interesante.

ANCHE. La Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza churra integra a los ganaderos con ovejas de raza Churra. Esta asociación, fue creada en 1971, en 1975 el MAPA la calificó como entidad colaboradora y desde 1977 ha gestionado el libro genealógico. ANCHE es la organización responsable del Esquema de selección de la raza Churra. Actualmente cuenta con 142 socios y 76.536 animales inscritos, todos ubicados en la comunidad autónoma de Castilla y León.

El programa de selección

El programa de selección de la raza Churra fue concebido en el año 1984 (MERINO y OLMEDO, 1990) y se inició en el año 1986. Está basado en la valoración de machos por decendencia. El objetivo marcado inicialmente fue valorar, por descendencia, 50 machos por año. La primera valoración de machos se realizó en 1990 y el primer catálogo de sementales se publicó en 1991. Desde 1991 se realizan dos valoraciones de reproductores al año, en Enero y en Julio, y se publica un catálogo de sementales anual con los resultados de las valoraciones de Enero.

La organización del programa de selección es responsabilidad de ANCHE. Para tal fin, dos técnicos tienen dedicación exclusiva al programa.

El objetivo de selección de la raza Churra es la mayor producción láctea, medido como kilos de leche por lactación tipificada a 120 días. Siendo la Churra una raza autóctona de gran rusticidad, el esquema de selección ha de ser capaz de incrementar su potencial lechero sin que pierda la capacidad de adaptación a medios adversos que posee en la actualidad, lo que la diferencia

de otras razas ovinas extrajeras de aptitud láctea.

Creemos que la raza Churra puede incremetar su nivel genético para la producción láctea, sin que pierda sus interesantes características de rusticidad, por varias razones:

a) Actualmente existen ovejas con grandes producciones, que conviven bajo el mismo manejo y en el mismo rebaño con ovejas poco productivas, sin que se aprecien diferencias en su adpatación al pastoreo y medio en que se encuentra; b) La valoración de los reproductores se lleva a cabo en las actuales condiciones de explotación, por lo tanto se eligen los mejores reproductores en estas circustancias. Entre los rebaños que participan en el programa de valoración hay una gran diversidad en lo que a recursos alimentarios y manejo se refiere; y c) El sistema de explotación sustancialmente no ha cambiado desde el inicio del programa de selección.

Organización del control lechero. Las ovejas de raza Churra son controladas en la actualidad a través de 6 núcleos de control lechero oficial, correspondientes a las provincias de Burgos, León, Palencia, Valladolid, Zamora y Segovia. El núcleo de control de Zamora incluye dos ganaderías de la provincia de Salamanca y el de Burgos dos rebaños de la provincia de Soria.

Los núcleos son autónomos e independientes, están dirigidos por un ganadero elegido como representante del núcleo. Cada núcleo contrata y paga a su controlador. El control lechero estuvo financiado por el MAPA hasta 1994; que solamente subvencionaba lactaciones con mínimos de 80 l. de producción en 120 días en ovejas de 1° parto y 90 l. en ovejas de 2° y siguientes partos. A patir de 1995, el MAPA reduce la subvención al control lechero; los controles actualmente son financiados por los ganaderos. El controlador cobra por acto de control, tomando como unidad en torno a 250 ovejas, dependiendo de la distancia de la explotación. En la tabla 1 se incluyen el número de ganaderías y ovejas en control lechero. En la tabla n.° 2 se incluye la evolución del

TABLA 1
EVOLUCIÓN DEL CONTROL LECHERO

AÑO	N° de rebaños		N° de ovejas	
	Inscritos	Controlados	Inscritas	Controladas
1981	61	31	24.144	1.548
1986	72	47	32.301	8.698
1987	80	50	30.178	9.196
1988	84	55	36.782	10.548
1989	93	62	40.815	13.814
1990	102	58	39.317	13.895
1991	115	72	45.391	16.635
1992	135	89	53.278	23.537
1993	134	86	65.196	26.099
1994	135	87	40.017	25.861
1995	142	99	76.536	29.253

TABLA 2
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE REBAÑOS DE CONTROL LECHERO

AÑO	BU	LE	PA	SA	SE	SO	VA	ZA	TOTAL
1981	5	2	16	–	–	–	8	–	31
1986	6	3	22	–	5	–	10	–	47
1987	6	4	22	–	4	–	14	–	50
1988	4	5	25	–	4	1	17	–	55
1989	12	7	22	–	5	2	17	–	62
1990	12	6	23	–	2	2	16	–	58
1991	13	8	23	–	3	2	20	2	72
1992	23	12	25	–	3	2	20	2	89
1993	23	12	24	–	2	2	20	4	86
1994	23	11	24	2	2	2	20	4	87
1995	28	10	23	2	5	2	20	9	99

control lechero en cada una de las provincias donde existen rebaños en control lechero oficial.

Etapas de la selección. El proceso de selección de machos se lleva a cabo en tres etapas:

a) Elección de jovenes machos para el centro de sementales. En el catálogo de hembras se marcan como madres de machos a valorar el 2 % de las madres con mejor valor genético de toda la población. Se favorece la inseminación de estas hembras con los sementales élite. Los ganaderos ofertan a ANCHE corderos hijos de estas madres, por lo que reciben la visita de los técnicos de ANCHE para comprobar la ausencia de defectos apreciables, tanto en el candidato como en sus padres. Una vez elegidos, los corderos son llevados al centro de sementales a la edad de 8-9 meses.

b) Selección de machos para realizar las pruebas de descendencia. De todos los machos presentes en el centro, solamente pasan a ser propiedad de ANCHE los que son escogidos para su valoración a través de las pruebas de descendencia. Se desestiman los machos que no saltan a la vagina artificial, que ofrecen semen de escasa calidad fertilizante, o que presentan algún defecto no apreciado en inspecciones anteriores.

c) Valoración de machos que han terminado las pruebas de descendencia. Los machos que han sido probados por descendencia, están en espera de finalizar su prueba en el centro de machos. Cada semestre se realiza una valoración genética de machos y hembras, para seleccionar los 10-15 mejores machos, que serán utilizados como mejorantes. El resto de los machos valorados y no seleccionados se desechan.

Organización de las pruebas de descendencia. Las inseminaciones para las pruebas de descendencia son programadas por los técnicos de ANCHE, a petición de las ganaderías colaboradoras y pertenecientes al núcleo de selección. En el gráfico n.° 2 se presenta la evolución del número de inseminaciones llevadas a cabo, desde 1986. A partir de 1994, se utilizan anualmente los 5C

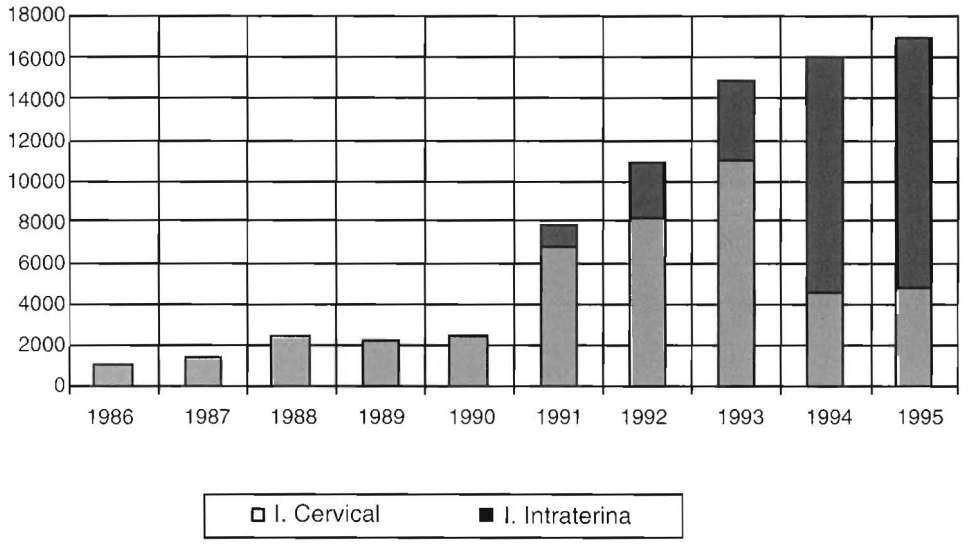


Gráfico 2. Evolución del n.° y tipo de inseminación

nuevos machos en prueba y los 10-15 con mayor valor genético de entre todos los mejorantes.

El 50 % de las inseminaciones se realizan con semen de sementales en prueba, y el 50 % con semen de machos calificados como mejorantes. El número de inseminaciones ha sido, hasta 1993, el factor limitante para probar machos por descendencia; sin embargo, a partir de 1994 se ha alcanzado el objetivo inicial de probar 50 machos al año por descendencia, con 150 inseminaciones prueba. La baja fertilidad obtenida con la I.A. en algunos rebaños, hace que algún macho termine la prueba de valoración con pocas hijas, por lo cual se proyecta ampliar el número de inseminaciones a 200 por macho en prueba.

El tipo de inseminación utilizado es cervical, con semen fresco, para los machos en prueba e inseminación intrauterina, con semen congelado, para los machos mejorantes. Las fertilizades de ambos métodos fueron controladas, de forma experimental, por ANEL *et al.,* (1992), encontrado una fertilidad media del 38 % en inseminación cervical y 65 % en inseminación intrauterina.

Uno de los problemas que se ha planteado, con las inseminaciones prueba, es la baja eficacia de las inseminaciones cervicales, encontrandose grandes diferencias entre ganaderías. Estas diferencias son debidas fundamentalmente a tres aspectos: a) manejo del rebaño en la época y días de la cubrición, b) estado de las ovejas presentadas a la inseminación, y c) nivel productivo de las ovejas en el momento de la cubrición. Este último aspecto es un gran inconveniente para el programa de valoración, dado que los ganaderos con mayor nivel productivo son los más interesantes para el núcleo de selección. Esta es la razón, junto a otras como disponibilidad permanente, tanto en

el tiempo como en el espacio, de semen congelado, por la que desde el año 1991 se iniciaron las inseminaciones intrauterinas. Actualmente se camina hacia la sustitución de la inseminación cervical por la intrauterina.

De las 142 ganaderías inscritas en ANCHE, solamente las que realizan control lechero oficial e inseminación artificial son las candidatas a colaborar en el esquema de selección; actualmente 80 ganaderías. Sin embargo, de estas 80 ganaderías, no todas se incluyen en el núcleo de valoración, pues por varios motivos (número de ovejas hijas de machos en prueba o mejorantes, % de hijas desechadas, nivel técnico, fiabilidad de controles genealógicos y productivos, grado de colaboración con el programa, etc.) se desestiman. En la tabla n.° 3 se presenta la evolución en el número de rebaños incluidos en el núcleo de selección. En Enero de 1996 el núcleo estaba formado por 45 ganaderías.

La valoración se realiza mediante un modelo animal con medidas repetidas, obteniendose, por lo tanto, resultados con propiedades BLUP. Los efectos incluidos en el modelo son: Rebaño-año, edad al parto, época de parto, tipo de parto, efecto ambiental permanente, animal y relación de parentesco. Los parámetros genéticos utilizados son: 0,25 heredabilidad y 0,40 repetibilidad.

La infraestructura inmovilaria está formada por: a) Oficinas de administración de ANCHE ubicadas en Palencia, desde donde se dirigen y coordinan todas las tareas, se recibe, almacena y distribuye la información, b) Centro de machos, propiedad de la Excma. Diputación Provincial de Valladolid, con capacidad para unos 300 machos, con instalaciones para recojida de semen y laboratorio de contrastación y análisis seminal, y c) CENSYRA (Junta de Castilla y León) ubicado en León, donde se realiza la extracción, congelación y almacenamiento

TABLA 3
EVOLUCIÓN DEL N° DE REBAÑOS Y DE OVEJAS PARTICIPANTES EN LAS PRUEBAS DE VALORACIÓN

AÑO	N° de rebaños		N° de ovejas
	Inseminados	Valorados	
1986	19		
1987	17		
1988	29		
1989	32		
1990	35	11	11.593
1991	35	16	19.828
1992	62	20	24.127
1993	63	22	31.622
1994	68	33	38.581
1995	72	43	44.920
1996	80	45	51.573

del semen congelado, así como el análisis cualitativo de la leche.

Otro tipo de infraestructura disponible es el Centro de cálculo de la Universidad de León, donde se realiza la estimación del valor genético, con un computador IBM ES/9000 modelo 130, con sistema operativo VM/SP5.

Soporte científico-técnico. Si bien la organización y desarrollo del programa de selección es ejecutado por ANCHE, esta asociación tiene firmado un convenio de colaboración con la Universidad de León para la realización de tareas científico-técnicas relacionadas con el esquema de selección. Al amparo de dicho convenio dos son los grupos de investigación de la Universidad de León que colaboran asiduamente en el desarrollo de dicho esquema. La Unidad de Reproducción (Departamento de Patología Animal) para el asesoramiento en todos los temas relacionados con el área reproductiva, fundamentalmente inseminaciones intrauterinas, congelación de semen, etc. La Unidad de Mejora Genética Animal (Departamento de Producción Animal I) que se ha responsabilizado de realizar las valoraciones genéticas, el control de paternidad y las investigaciones encamindas a la mejora de dicho programa de selección, (ARRANZ *et al.*, 1995; BARO *et al*, 1995; FERNÁNDEZ *et al.*, 1995; DE LA FUENTE *et al.*, 1996;) a través de la financiación de la Dirección General de la CICYT (proyectos GAN90-0577 y AGF93-0273 y AGF96-1408-C03-01).

Los resultados de la mejora conseguida a través del programa de selección son muy notorios en las hijas de los machos en prueba, pero todavía es poco marcada en la población general.

La producción media de las hijas de los sementales procedentes del esquema de selección, tanto en prueba como mejorantes, ha sido 127 litros en 120 días de lactación, 9 litros más que la media de la población general, 118 litros. La producción media obtenida en el núcleo de selección es de 123 litros, 5 más que la población general. La evolución del valor genético de las hembras desde 1986 se presenta en el gráfico n.º 3.

Aunque las primeras inseminaciones con los machos en prueba se realizaron en 1986, estos primeros años fueron poco numerosas. A partir de 1991 es cuando se ha incrementado sensiblemente el número de inseminaciones. Por lo tanto, a partir de 1995 se esperan mayores ganancias en el valor genético de la población perteneciente al núcleo de selección.

Además de la mejora obtenida en la población sometida a control lechero, también se espera una mejora en la produción láctea de la población base, no sometida a control lechero. Se registra una salida de machos, para cubrición en monta natural, de los rebaños del núcleo de selección hacia los rebaños de la población base. Otra vía de difusión del progreso genético son las inseminaciones realizadas con semen de machos mejorantes, en ganaderías no pertenecientes al núcleo de selección.

Aspectos problemáticos en el programa de selección

A continuación exponemos algunos de los factores que, a nuestro juicio, o bien condicionan la eficacia del programa de mejora genética de la raza Churra, o bien resultan conflictivos en su aplicación.

1. La financiación es una de las necesidades que el programa de selección de la raza Churra no ha resuelto actualmente;

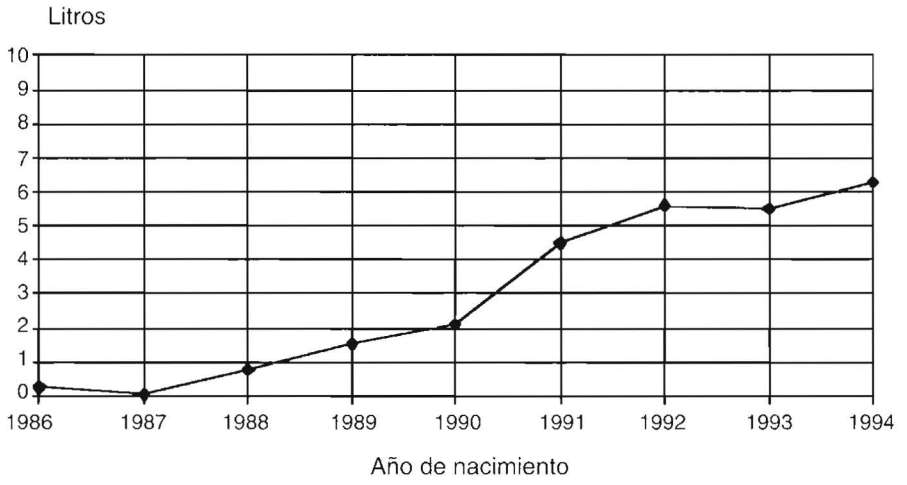


Gráfico n.º 3 Tendencia genética para lactación estandarizada a 120 días en la raza Churra

convirtiendose en un factor limitante de la actividad que podría desarrollar el citado programa. La financiación está siendo aportada por ANCHE, MAPA, Junta de Castilla y León, y Diputaciones provinciales de Valladolid, Burgos, Palencia, Zamora y León.

La Administración regional, Junta de Castilla y León, apenas contribuye al desarrollo del programa de selección de la raza Churra, al contrario de lo que sucede con el resto de los esquemas de selección de las razas de otras comunidades autónomas. No entendemos la escasa sensibilidad hacia la mejora del ganado ovino, tan importante en nuestra comunidad, al menos cuando lo comparamos con las cuantiosas subvenciones con las que cuenta la importación de semen para ganado vacuno de leche.

Esta falta de recursos de la Administración regional obliga a los ganaderos a realizar importantes aportaciones, y a buscar en las Administraciones provinciales, Diputaciones, recursos para financiar parte del programa. La respuesta de cada una de las Diputaciones provinciales es diferente, encontrándose por lo tanto distintos niveles de apoyo económico en los ganaderos de cada provincia. Esta desigualdad de aportación entre los ganaderos, dependiendo de la provincia donde estén ubicados, origina un clima poco atractivo para el grupo.

El control lechero y el mantenimiento del libro genealógico ha estado soportado en su totalidad por el MAPA, hasta 1994, a través de las subvenciones a los núcleos de control lechero y a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Churra, como entidad colaboradora del MAPA para la gestion del libro genealógico. Sin embargo, la reducción de la subvención al control lechero al 25 %, a partir de 1995, sin que esta fuera aportada por ninguna otra institución ha obligado a los ganaderos a pagar el control lechero desde 1995 hasta la actualidad.

La compra de machos para ser probados, inicialmente la realizó la Diputación de Valladolid, pero desde el año 1991 la realiza ANCHE, con los recursos aportados por los asociados. El mantenimiento del centro de machos está a cargo de la Diputación de Valladolid, así como el laboratorio de recogida y contrastación del semen fresco. La recogida, contrastación de semen la realiza ANCHE y el almacenamiento de semen congelado se realiza en el CENSYRA de León.

Los gastos más cuantiosos corresponden a los originados por las inseminaciones artificiales con machos en prueba o mejorantes, tratamientos de sincronización, inseminaciones, etc. Estos están siendo aportados por los ganaderos, en aquellas provincias donde la Diputación provincial no subvenciona dicha inseminación. Las Diputaciones provinciales de Burgos, Valladolid, la subvencinan en su totalidad, la de Palencia, Zamora, y León, parcialmente y las de Salamanca, Soria y Segovia sin subvenciones, siendo en estos casos soportado en su totalidad por el gandero.

A pesar de la escasez de recursos, el empeño que ha puesto ANCHE en seguir con el esquema de selección ha sido tan grande que, en Abril de 1996, decidió recaudar de los asociados fondos por nuevos conceptos, animales inscritos, etc., con la finalidad de seguir con el programa de selección.

2. Objetivos de selección. Desde el inicio del programa de selección sólo se ha comtemplado como objetivo de selección la cantidad de leche. Cuando se inicia un programa de selección el único objetivo de selección suele ser la cantidad de leche (BOYAZOGLU, 1991), pero cuando el programa ofrece respuesta genética sobre la producción láctea deben incluirse entre los objetivos los caracteres de composición de la misma (GABIÑA y BARILLET, 1991), para evitar la respuesta negativa en la riqueza de la leche. Las estimas de correlaciones genéticas entre la producción de leche y la concentración de proteína son del orden de -0,43 y con la concentración grasa de -0,34 (BARILLET, 1993).

La leche de oveja se produce con destino a la elaboración de queso, por lo tanto la calidad de la leche es un caracter de gran interés. La concentración de grasa y proteína son dos componentes importantes en la determinación de la riqueza o calidad de la leche.

La heredabilidad de la concentración proteica es media-alta (BARILLET, 1985; BARILLET y BOICHARD, 1987) y la repetibilidad elevada, lo que hace de la concentración proteica un candidato consistente a objetivo de selección. Por el contrario, la concentración de grasa presenta una heredabilidad muy variable, al menos en las condiciones del control lechero de la raza Churra, lo que cuestiona nuestro interés como objetivo de selección.

Uno de los argumentos utilizados para explicar esta baja repetibilidad de la grasa es la falta de rigor en la toma de muestras de leche, a partir de la cual se mide la concentración de grasa; sin embargo, experiencias realizadas por nosotros en la raza Churra, donde la toma de muestras de leche se ha realizado de forma experimental, también ha mostrado una baja repetibilidad, (GONZALO *et al.*, 1995).

Otro procedimiento para conocer la calidad de la leche es medir directamente, en cada muestra de leche, el rendimiento quesero a nivel individual y a partir de una pequeña muestra de leche. OTHMANE *et al.* (1995) han encontrando como método más adecuado el basado en medir la cantidad de materia coagulable en 5 ml. de leche, previa

precipitación enzimática con un cuajo comercial.

Además de cuestionar la inclusión de la calidad de la leche como objetivo de selección vamos a incluir como posible objetivo de selección otros caracteres de tipo o morfología corporal, donde los caracteres de morfología mamaria parecen ser los más importantes. Respecto a la morfología mamaria se han descrito (DE LA FUENTE *et al.*, 1994) los 5 caracteres para mejorar la adaptabilidad de la ubre al ordeño mecánico. Este objetivo no se ha aplicado al programa de selección de la raza Churra, fundamentalmente por falta de recursos económicos necesarios para el control de dichos caracteres.

3. Modelo utilizado en la valoración. El programa de selección de la raza Churra está aplicando un modelo lactacional utilizando la metodología desarrollada por ALENDA *et al.*, (1986), referenciada por JURADO y CARABAÑO (1989). En el citado modelo lactacional, cada valor fenotípico es la estimación de la producción láctea durante una lactación, expresado como lactación natural o estandarizada a los 120 primeros días. Cada lactación se estima siguiendo el método de Fleischmann a partir de los 4 primeros controles lecheros. Este sistema presenta algunos inconvenientes:

a) No utiliza la información de las ovejas que no han realizado los 4 controles, que en ganado ovino es un porcentaje elevado, debido a la corta duración de la lactación y la dispersión de los partos durante todo el año. Las causas de no realizar algún control son varias: no han alcanzado el 4° control, por que han perdido algún control intermedio, por errores en la toma de la identificación, etc..

b) Retrasa la valoración de algunos de los machos en prueba, pues no es posible incluir la información de las hijas que no han terminado lactación, a no ser que utilicemos lactaciones extendidas.

c) No contempla errores sistemáticos del control lechero, es decir el efecto rebaño-día de control. En los modelos lactacionales no es posible incluir el efecto rebaño-día de control, sino el efecto rebaño-año-época de parto que sólo recoge una parte del efecto rebaño-día de control.

PTAK y SCHAEFFER, (1993) proponen la utilización de modelos no lactacionales, sino de controles, es decir cada valor fenotípico es la producción de un control lechero. Esta opción presenta el inconveniente de multiplicar por 4 el tamaño del fichero de trabajo para la valoración de sementales, sin embargo, actualmente la capacidad de los nuevos ordenadores aminora este problema.

Además, el modelo de controles permite incluir el factor rebaño-día de control, tan importante en la estimación del valor genético de los reproductores. Hemos de tener en cuenta, que en ganado ovino, se ha autorizado el sistema de control alterno. La extensión de la cantidad de leche controlada, la producida en x horas (intervalo de tiempo entre el momento del control y el ordeño anterior) a la producción de leche en 24 horas, hace que se acumulen como error los efectos debidos al factor de variación rebaño-día de control, al no poder ser incluidos si utilizamos un modelo lactacional.

4. Eficacia de las pruebas de descendencia a través de las inseminaciones con machos en prueba. Los primeros años del desarrollo del esquema de selección se aplicaron 100 inseminaciones por macho en prueba, esperando tener 20-30 hijas con primera lactación terminada, sin embargo, los resultados obtenidos nos han demostrado a una menor eficacia, lo que nos ha obligado a

aumentar el n.° de inseminaciones, a partir de 1993 a 150 por macho en prueba.

Las causas de esta falta de hijas con primera lactación terminada son: baja eficacia de la inseminaciones con machos en prueba, abandono o exclusión de algunos de los ganaderos participantes en el programa de selección, hijas de machos en prueba que no se recrían, hijas que no terminan lactación, etc. Algunas de estas causas, como la baja fertilidad de la inseminación artificial ya se han discutido con los especialistas en reproducción e inseminación artificial, y se han tomados medidas para incrementar la fertilidad, como: aumentar el n.° de inseminaciones intrauterinas frente a las exocervicales, promover que el ganadero prepare con mayor esmero los lotes puestos a la inseminación, etc.

Respecto al control y cuidado que los ganaderos han de procurar a las hijas de los machos en prueba hasta que finalizan la primera lactación, también se han tomado medidas de concienciación por parte de los técnicos de ANCHE, además de excluir del programa de selección aquellos ganaderos que no manifiestan un grado de colaboración aceptable.

Bibliografía

ALENDA,R.; ALONSO, A.; JURADO, J.J.; RODRÍGUEZ, M.C. 1986. "Ideas sobre un programa de mejora genética en el ganado ovino de leche". *Jornada sobre mejora genética del ganado ovino de leche. I.N.I.A.* Madrid, Junio.

ANEL, L.; BOIXO, J.C.; ANEL, E.; CARBAJO, M.; DOMÍNGUEZ, J.C.; OLMEDO, J.A. y MELCON, C. 1992. (Inseminación intrauterina (laparoscopia) en ovejas: Resultados preliminares de su aplicación en condiciones de campo). *En Proc. 6" Jor. Int. Reprod. Anim. e I. A.* Salamanca. España. Vol. 1: 354-359.

ARRANZ, J.J.; FTIRICH, A.; TASCON, C.D.; BAYON, Y. y SAN PRIMITIVO, F. 1995. "Utilidad de los microsatélites en el control de parentesco en ganado ovino". *ITEA.* 16 I: 303-305.

BOYAZOGLY, J.G. 1991. "Milk breeds of sheep. Genetic resources of pig, sheep and goat. Chapter 13". *Elvesier Science Publishers B.V.* Amsterdam 1991.

BARILLET, F. 1985. "Amélioration génétique de la composition du lait des brebis. L'exemple de la race Lacaune". *Tesis doctoral. Institut National Agronomique.* Paris-Grignon. pp. 34-34.

BARILLET, F. y BOICHARD, D. 1987. "Studies on dairy production of milking ewes". I. Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Genét. Sél. Evol.,* 19(3): 459-474.

BARO, J.A. 1995. "Estudio genético del recuento celular y de la producción láctea en ganado ovino de raza churra". *Tesis Doctoral. Universidad de León.*

BARO, J.A.; CARRIEDO, J.A. y SAN PRIMITIVO, F. 1994. "Genetic parameters of test day measures for somatic cell count, milk yield, and protein percentage of milking ewes". *J. Dairy Sci.,* 77: 2658-2662.

CARRIEDO, J.A.; BARO, J.A.; DE LA FUENTE, L. F. y SAN PRIMITIVO, F. 1995. "Genetic parameters for milk yield in dairy sheep". *J. Anim. Breed. Genet.,* 112: 59-63.

CARRIEDO, J.A.; DE LA FUENTE, L.F. y SAN PRIMITIVO, F. 1992. "Sistema de selección aplicado al ganado ovino de raza Churra". *OVIS,* 18: 9-16

DE LA FUENTE, L.F.; FERNÁNDEZ, G. y SAN PRIMITIVO, F. 1994. "Planteamiento de la mejora genética de la morfología mamaria en ganado ovino de raza Churra". *FEAGAS,* 3: 31-34.

DE LA FUENTE, L. F.; BARO, J.A. y SAN PRIMITIVO, F. 1995. Breeding programme for the Spanish Churra sheep breed". *Cahiers OPTIONS méditerranéennes.* vol. 11 (Stratégies pour l'Amélioration Génétique des Ovins et Caprins): 165-172.

DE LA FUENTE, L.F.; G. FERNÁNDEZ y F. SAN PRIMITIVO 1996. "A Linear Evaluation System for Udder Traits of Dairy Ewes". *Livest. Prod. Sci.* 45:171-178.

FERNÁNDEZ, G.; ÁLVAREZ, P.; SAN PRIMITIVO, F. y DE LA FUENTE, L. F. 1995. "Factors affecting variations of udder traits in dairy ewes". *J. Dairy Sci.* 78(4):842-849

GABIÑA, D. y BARILLET, F. 1991. "Tendencias actuales en la selección del ovino de leche en la Europa comunitaria". *ITEA* 87A (2-3): 227.

GONZALO, C. 1992. Ordeñabilidad en la raza Chura". *OVIS*, 18: 41-50.

GONZALO, C.; L. F. DE LA FUENTE, J. A. FUERTES y F. SAN PRIMITIVO. 1995. "Daily and between-milking variations in milk yield, somatic cell count, fat and protein in dairy ewes". (en prensa)

JURADO, J.J.; CARABAÑO, M.J. 1989. "Nuevas técnicas estadísticas en la mejora genética". *OVIS*, 5: 41-51.

MERINO, E. y OLMEDO, J. A. 1990. "Mejora genética del ganado ovino de raza Churra". Hojas Divulgadoras, nº 20/90. MAPA.

MERINO, E. 1992. "Producciones de la oveja Churra". *OVIS*, 18: 53-64.

OTHMANE, M.H.,, FUERTES, J.A. y SAN PRIMITIVO, F. (1995). "Estimación indirecta del rendimiento quesero individual en ganado ovino". *ITEA*, 16 II: 741-743.

PTAK, E. y L.R. SCHAEFFER, 1993. "Use of test-day yields for genetic evaluation of diry sires and cows". *Livest. Prod. Sci.*, 34:23.

SAN PRIMITIVO, F.; CARRIEDO, J.A. y DE LA FUENTE, L.F. 1993. "Esquemas de selección en ovino y caprino lechero". En *Ciencias Veterinarias*, nº 8: OVINO Y CAPRINO, 115-142. Editado por el Consejo General de Colegios Veterinarios de España. Madrid.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 44-56

PROBLEMÁTICA DEL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA EN PROLIFICIDAD EN LA RAZA *RASA ARAGONESA*

J.J. Jurado García
Mª J. Espinosa Pascual

Área de Mejora Genética Animal
INIA. Apdo. 8111
28080 MADRID

RESUMEN

Se presenta un protocolo para desarrollar un programa de selección genética en caracteres reproductivos en el ganado ovino de raza Rasa Aragonesa. Dicho programa se lleva a cabo por la cooperativa CarneAragon S.C.L., en colaboración con el Servicio de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón (SIA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).

El esquema de selección está basado en la conexión de rebaños mediante inseminación artificial, y en la selección de reproductores en función de su mérito genético obtenido mediante metodología BLUP modelo animal. Se asume el modelo umbral. Se comprueba que la utilización de modelos lineales en la evaluación genética conduce a clasificaciones semejantes a las conseguidas mediante modelos no lineales.

Palabras clave: Mejora Genética, caracteres reproductivos, raza Rasa Aragonesa.

SUMMARY

A selection scheme to improve reproductive traits in Rasa Aragonesa sheep breed is presented. Implementation of this scheme will be carried out by the producers cooperative CarneAragon S.C.L in conjuntion with technical support from regional (SIA) and national (INIA) Agricultural Research Institutions.

The selection scheme is based on records from comercial herds throught AI (artificial insemination) and BLUP animal model predictions of genetics merits as selection criteria. A threshold model is assumed and compared to the use of a linear model. Genetic evaluations using linear models were found to produce similar ranking of animal as the are obtained throught non-linear models.

Key words: Animal breeding, reproductives traits, Rasa Aragonesa sheep breed.

Introducción

En todos los sistemas de producción de ganado ovino la alimentación constituye siempre el factor más importante de entre los que integran los costes de una explotación ganadera. La fuente principal de ingresos es el número de corderos por oveja y año, que están estrechamente ligados a las características reproductivas del ganado. Está aceptado generalmente que los incre-

mentos en la prolificidad y fertilidad de las ovejas no incrementan de forma notable los gastos de alimentación (CASTELLANO y col., 1986).

De todo lo anterior se puede deducir que en poblaciones ovinas mantenidas en situaciones semi-extensivas (en las que el ganadero contribuye, al menos en parte, a la alimentación del ganado) la mejora de los caracteres reproductivos se constituye en el principal objetivo de selección de la raza.

El propósito de estas líneas es presentar un posible protocolo de actuación para llevar a cabo un programa de selección genética en prolificidad en rebaños de raza Rasa Aragonesa. Dicho programa se llevará a cabo mediante un convenio de colaboración entre la empresa privada Carne Aragón S.C. (que funciona en régimen de cooperativa), el SIA de Aragón y el CIT-INIA de Madrid. El SIA se encargará de los aspectos técnicos del programa en lo que se refiere a la reproducción y el CIT-INIA en los referentes a la Mejora Genética.

Características reproductivas de la Rasa Aragonesa

La prolificidad media de la raza, estimada a partir de datos recopilados por la propia empresa en 1993 y 1994, es de 1,31 corderos por parto, con valores máximo y mínimo de 1,7 y 1,1. La fertilidad está cifrada en 1,11 partos por oveja y año, oscilando entre 1,28 y 1,09 (VALDEMOROS, 1996).

La inseminación artificial (IA), llevada a cabo por los técnicos de la empresa, presenta un valor medio de 0,53 para la fertilidad, de 0,8 para la fecundidad y 1,5 para la prolificidad (BRU, 1995).

La heredabilidad del carácter prolificidad en el primer parto oscila entre 0,07 y 0,21, y entre 0,15 y 0,17 si se incluye un segundo parto (OCCON, 1988). La repetibilidad, según el mismo autor, oscila entre 0,11 y 0,16. En los estudios que se incluyen en esta publicación se tomarán como valores de trabajo 0,05 para la heredabilidad y 0,10 para la repetibilidad.

Medios involucrados

La empresa involucra en el programa de selección unos 60 rebaños, que incluyen 36.000 ovejas. Estas explotaciones son atendidas por el personal técnico de la empresa, la cual recoge los carnet de paridera cada tres meses. Se cuenta con la colaboración del control de producciones de la DGA de Aragón para la informatización de la información recogida.

El programa cuenta con la colaboración de un centro de inseminación artificial (CIA) donde entran los futuros sementales (se prevé 20 al año) para ser entrenados en eyaculación en vagina artificial y donde se procede a la extracción de semen según los esquemas operativos de la empresa. Este centro es el CERSYRA de Movera. La IA es llevada a cabo por los técnicos de la empresa según un protocolo proporcionado por el SIA de Aragón. Con los medios involucrados se estima que se podrán hacer 3.000 inseminaciones anuales.

La valoración genética de reproductores se llevará a cabo en el CIT-INIA de Madrid, que será el responsable de los detalles técnicos de la misma. Asimismo, elaborará el esquema de selección, estimará el progreso genético esperado y calculará la tendencia

genética de la población incluida en el programa.

Los 60 rebaños colaboradores se constituirán en un núcleo de selección del cual procederán animales prolíficos que difundirán la mejora entre los demás rebaños de la cooperativa (base de selección).

Modelo

La característica más notable del carácter objeto de selección en este programa es la naturaleza discreta del mismo, ya que presenta sólo dos clases numéricas: parto simple (1) o parto doble (2) (exhiben el carácter o son prolíficas) (los partos triples se producen con frecuencia muy baja). En todos los estudios que se llevarán a cabo en el programa de selección se asumirá que la prolificidad se comporta de acuerdo con el modelo umbral (WRIGHT, 1934).

Como es bien sabido el modelo umbral supone la existencia de dos escalas de medida para los caracteres de expresión discreta. Una escala visible que incluye un reducido número de posibles clases (dos en este caso) y una escala subyacente de naturaleza continua que se ha dado en llamar "liability" o predisposición. La relación entre ambas escalas de medida viene dada por la existencia de un valor umbral en la escala subyacente, de tal manera que si el animal no supera el umbral pertenecerá a la clase 1 y si lo supera pertenecerá a la clase 2 y exhibirá la cualidad de prolífica (Figura 1).

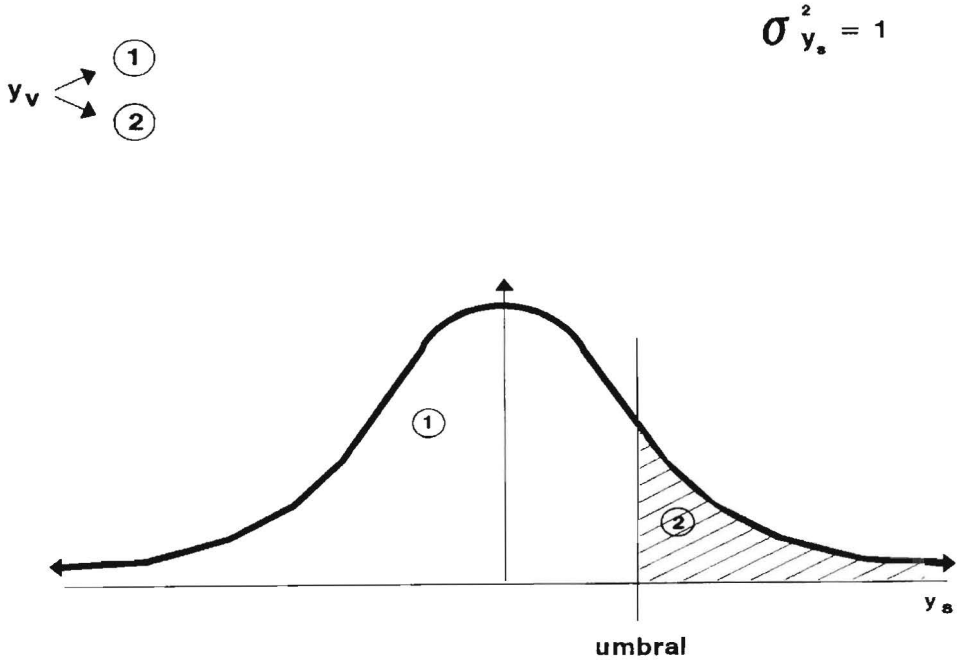


Figura 1. Relación entre la escala visible y la subyacente

Al haber dos escalas de medida se deben definir tanto el fenotipo como el genotipo en ambas escalas. El fenotipo en la escala visible (y_V) es el valor observado de la prolificidad. El valor fenotípico en la escala subyacente es el valor de la variable en la escala continua (y_S) y que se considera formada por la suma del valor genético (u_S) y de la desviación ambiental residual (ε_S), ambos en la misma escala. El genotipo se considera que está constituido por genes aditivos con efectos de sustitución génica muy pequeños. Las circunstancias ambientales de gran efecto (identificables) en las que tiene lugar el parto influyen en la prolificidad del animal a través de la escala subyacente, alterando el valor fenotípico ys. Así un modelo lineal operacional para la prolificidad en la escala subyacente podría ser:

$$y_S = u + R_i + A_j + E_k + Ed_n + T_r + ... + u_S + \\ + \varepsilon_p + \varepsilon_S$$

donde :

- y_S es el valor fenotípico en la escala subyacente
- R_i es el efecto del rebaño
- A_j es el efecto del año de parto
- E_k es el efecto de la estación de parto
- Ed_n es el efecto de la edad al parto
- T_r es el efecto del tratamiento (sincronización o no)
- u_S es el efecto del genotipo en la escala subyacente
- ε_p es el efecto permanente
- ε_S es el residuo

El valor y_S superaría el umbral en mayor o menor medida de acuerdo con la magnitud de los efectos ambientales identificables.

El valor genético en la escala visible (u_V) se define como la proporción de ambientes en los cuales el animal exhibe el carácter (pertenecen a la escala visible 2), o bien, como la proporción de individuos que para un valor determinado de u_S son de parto doble (DEMSPTER y LERNER, 1950). Por consiguiente, u_V presenta valores que oscilan de 0 a 1 (Figura 2).

La relación entre los valores en ambas escalas se presenta en la figura 3. El aspecto más destacable de esta relación es que esta no es lineal, lo cual complica considerablemente el estudio genético de los caracteres umbrales. No obstante, se da la circunstancia favorable de que, aunque no sea lineal, es siempre creciente. Esto supone que una clasificación de los animales por valor genético en la escala visible conduce a una clasificación correcta en la escala subyacente.

Puesto que sólo la escala visible es accesible interesa averiguar la relación existente entre la heredabilidad en ambas escalas. La técnica de cálculo está descrita por Robertson en un apéndice al artículo de DEMPSTER y LERNER (1950). Asumiendo el modelo más sencillo ($y_S = u_S + \varepsilon s$), y puesto que la escala subyacente se supone estrictamente aditiva, la relación entre valor genético (u_S) y dosis génica es lineal, pero no es así en el caso de la escala visible. Es posible determinar qué parte de u_V mantiene una relación lineal con u_S ($u(a)_V$), regresando los valores u_V en u_S (Figura 4). La varianza genética aditiva de la escala visible ($\sigma^2 u(a)_V$) sería aquella parte de la varianza genética ($\sigma^2 u_V$) debida a $u(a)_V$.

DEMPSTER y LERNER (1950) nos indican una expresión que liga las heredabilidades en ambas escalas.:

$$h^2_V = h^2_S (z^2 / p(1-p))$$

donde:

- h^2_V es la heredabilidad en la escala visible

$$\sigma^2_{y_s} = 1$$

$$\sigma^2_{u_s} = h^2_s$$

$$\sigma^2_{\epsilon_s} = 1 - h^2_s$$

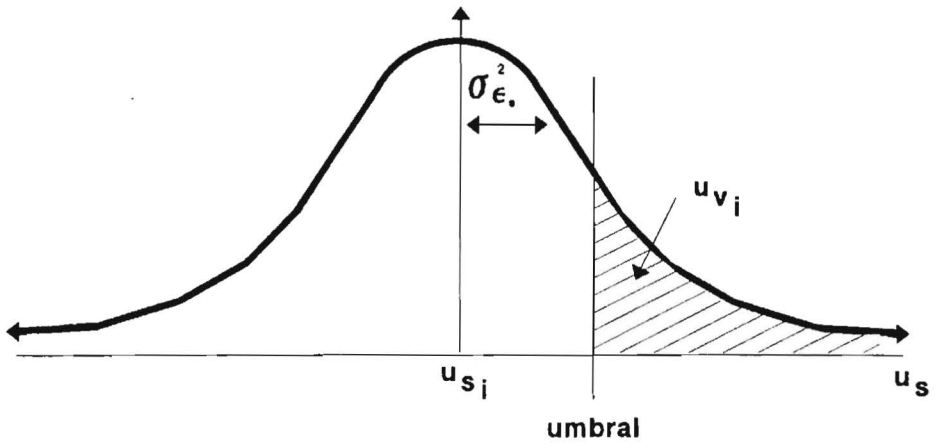


Figura 2. Definición del valor genético en la escala visible (u_v)

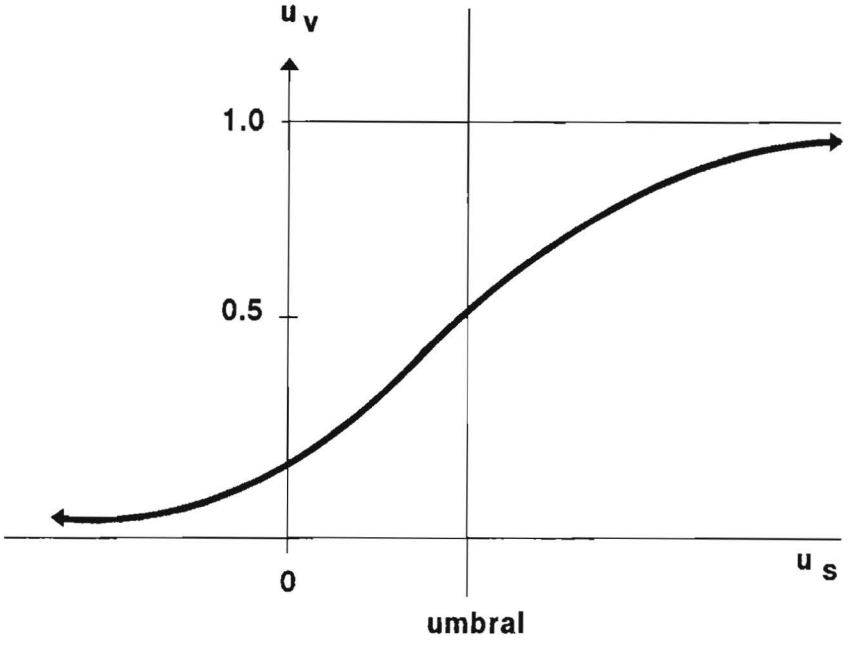


Figura 3. Relación entre los valores genéticos en la escala visible y en la subyacente

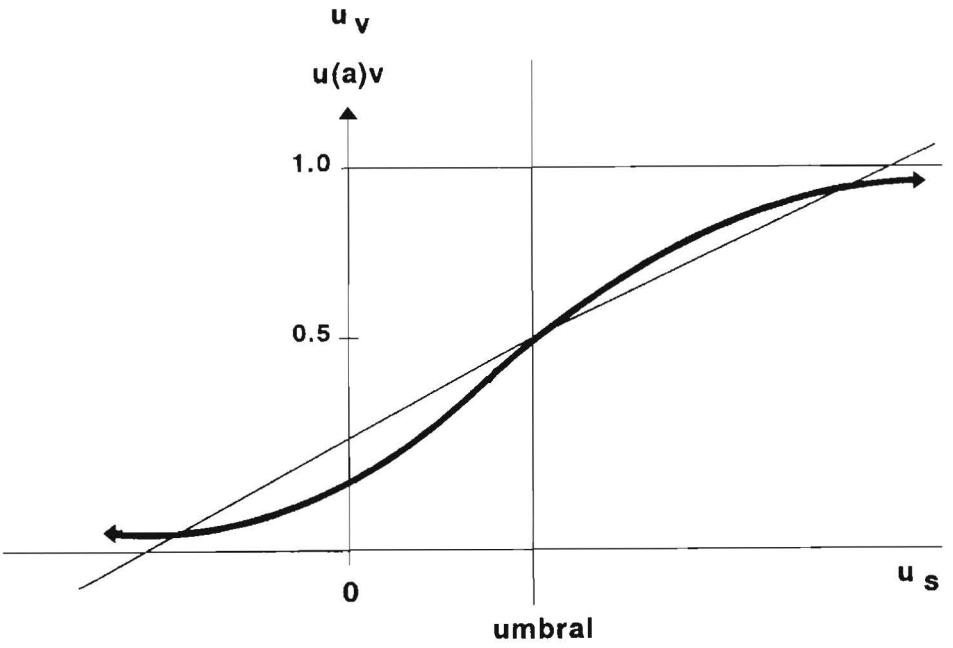


Figura 4. Determinación del valor genético aditivo en la escala visible

h^2_S es la heredabilidad en la escala subyacente
z es la ordenada de la curva normal en el valor del umbral
p es la incidencia del carácter

En la Tabla 1 se dan los valores de h^2_S, para diversos valores de h^2_V y de la incidencia del carácter.

En el caso de la raza aragonesa, en la que la incidencia de partos dobles es de 0,3, a una h^2_V de 0,05 le corresponde una h^2_S de 0,086.

Como consecuencia de que sólo una parte de la varianza genética en la escala visible es aditiva, se deduce que el resto será no aditiva (o epistática, como dicen DEMSP-

TABLA 1
VALORES DE LA HEREDABILIDAD EN LA ESCALA SUBYACENTE PARA DIVERSOS VALORES DE H^2_V Y DE LA INCIDENCIA

		Incidencia					
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
h^2_V	0,05	0,219	0,125	0,102	0,086	0,080	0,078
Escala	0,10	0,439	0,251	0,203	0,173	0,160	0,157
visible	0,15	0,658	0,376	0,305	0,259	0,241	0,235

TEr y LERNER, 1950). De los cálculos de estos mismos autores se deduce que la menor proporción de varianza genética no aditiva tiene lugar para heredabilidades bajas e incidencias próximas a 0,5. Asimismo, mantienen que se comete un error importante cuando se usa la h^2_v en lugar de h^2_s para predecir la ganancia genética, cuando la varianza genética no aditiva es alta y las intensidades de selección también lo son.

Para una completa revisión del tema puede consultarse GIANOLA (1982).

Esquema de selección

En la figura 5 se presenta de forma gráfica el esquema de selección propuesto para esta población.

Teniendo en cuenta lo limitado de la IA, se ha optado por diseñar un esquema clásico de selección en el que los rebaños se conectan mediante machos de referencia, cumpliendo éstos, además, la misión de transmisores del progreso genético.

Puesto que la vida media de una oveja es de 8 años, cada año se renovará el 12% de las mismas en los rebaños.

El esquema se constituye con 60 rebaños y un centro de Inseminación Artificial. Cada año ingresarán en el CIA 20 corderos de 6 meses, que se pretenden sean hijos de los mejores sementales (machos prolíficos de IA) (MP) y del 2 por mil de las ovejas de la población (las de mayor mérito genético) (HP). Estos corderos serán entrenados para la eyaculación en vagina artificial e inseminarán a un número determinado de ovejas de los rebaños, de modo que se obtenga unas 60 hijas por morueco (se procurará que estas hijas estén al menos en cuatro rebaños diferentes de modo que, al principio, se garantice la conexión de todos los rebaños).

Periódicamente se procederá a una valoración de reproductores mediante la metodología BLUP (como se describe más adelante). De los machos probados anualmente se seleccionará un 25% por su mayor mérito genético y se declararán prolíficos (MP). Estos machos prolíficos permanecerán en el CIA durante un año, durante el cual difundirán en la población sus buenas cualidades genéticas.

El reducido número de machos mejorantes no permitirá una gran difusión de la mejora genética lograda en el CIA. Está previsto que los ganaderos utilicen masivamente en los rebaños hijos de los machos prolíficos (MP) y de las mejores ovejas de cada rebaño (HM). Estos machos de monta natural (MN) se prevé se usen durante dos años.

Para evaluar la posible respuesta a la selección que este esquema reportaría a la población, se ha utilizado la técnica descrita por ELSEN y MOCQUOT (1974) y HILL (1974) basada en la identificación en la población de los grupos de animales en los que se produce progreso genético y en la evolución de los mismos a lo largo del tiempo. En este caso concreto se identificaron cuatro grupos de machos en el CIA con edades comprendidas entre 1 y 4 años, siendo estos últimos los MP. Asimismo, se identifica un grupo de hembras con 3 años de edad que serán las madres de futuros sementales (HP)

En los rebaños se identifican 6 grupos de machos. Los machos de 4 años son los MP y

	Modelo no lineal	Modelo lineal
r	0,46	0,39
r (Spearman)	0,46	0,38

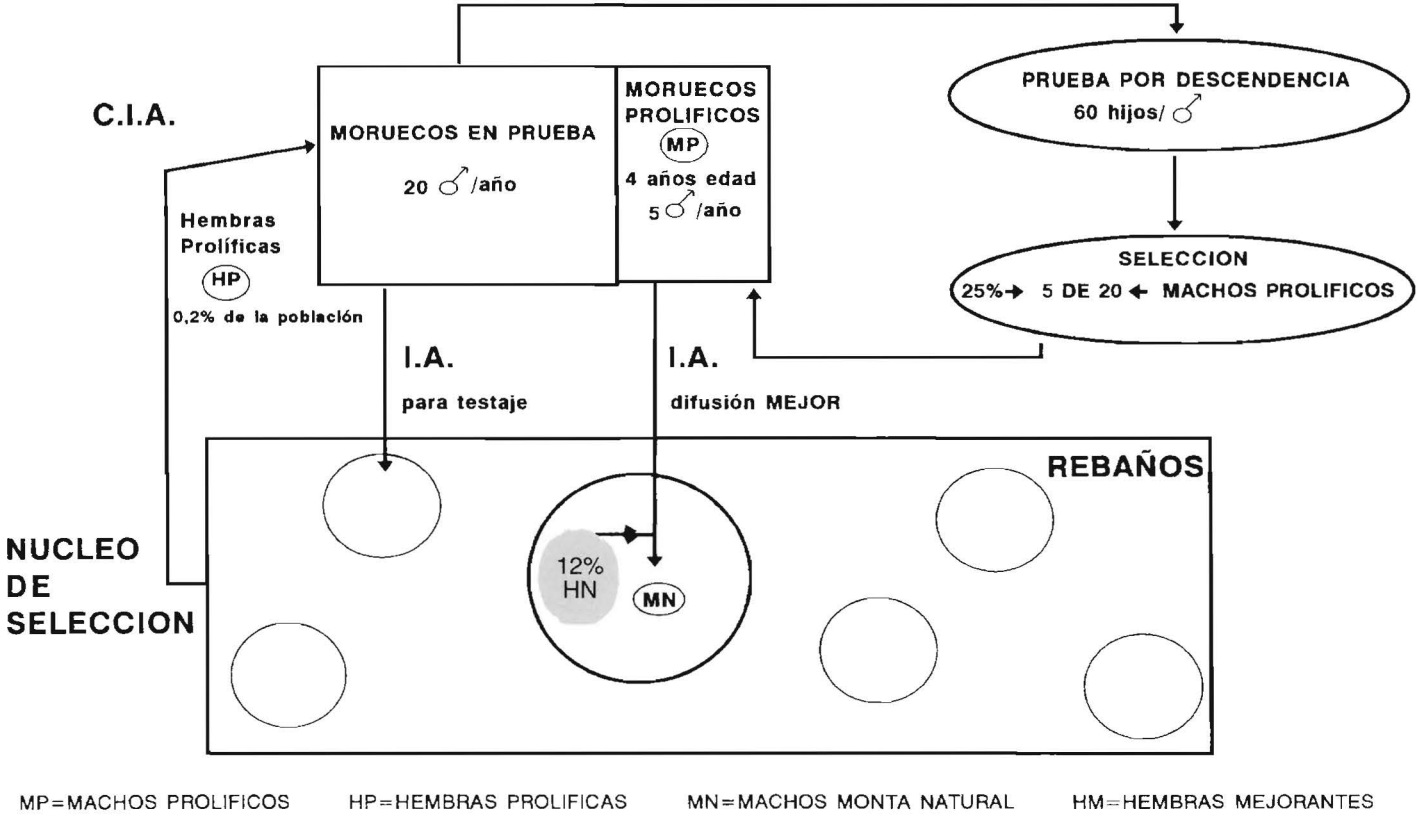


Figura 5. Esquema de selección para prolificidad

sus hijos (usados los años 5 y 6 del programa con 1 y 2 años de edad) son los MN. En las hembras se identifican 8 grupos con edades comprendidas de 1 a 8 años. En este caso las hembras con 3 años de dad son las seleccionadas en cada rebaño (HM).

En la figura 6 se puede visualizar el progreso genético esperado por año para 4 de los grupos antes identificados, machos prolíficos (MP), machos de monta natural (MN), hembras prolíficas (HP), y hembras mejorantes (HM), expresado en unidades de intensidad de selección (i). Dicho progreso genético se ha estimado para un período de tiempo de 10 años de selección más tres previos, siendo la última evaluación genética la efectuada el año 12.

Se observa que el mayor progreso genético se concentraría en los MP y HP por ser éstos los verdaderos motores del esquema. La mejora conseguida en los rebaños MN y HM es consecuencia de las anteriores. Los otros grupos de animales presentan diferentes grados de progreso siempre inferiores a estos. Al cabo de los 13 años de programa, el valor genético medio de la población es el que se alcanzaría si a partir de ese momento los apareamientos se produjeran al azar, con lo que los diversos grupos se irían igualando en cuanto a mérito genético. Este valor sería de 6,92 y sería el mismo que se podría obtener mediante la fórmula clásica de DICKERSON y HAZEL (1944) y RENDEL y ROBERTSON (1950). No obstante, el método propuesto permite seguir la evolución de los grupos en los que estemos interesados a lo largo del tiempo.

Este progreso se ha calculado sobre la escala subyacente y supone un incremento de 0,595 unidades ($R=ih^2_S=6,92$ x 0,086=0,595). Dicho incremento se traduce en la escala visible en una incidencia del 51%. Partiendo de una incidencia inicial de un 30%, al cabo de 10 años de selección se prevé alcanzar una prolificidad media en el núcleo de selección 1,51.

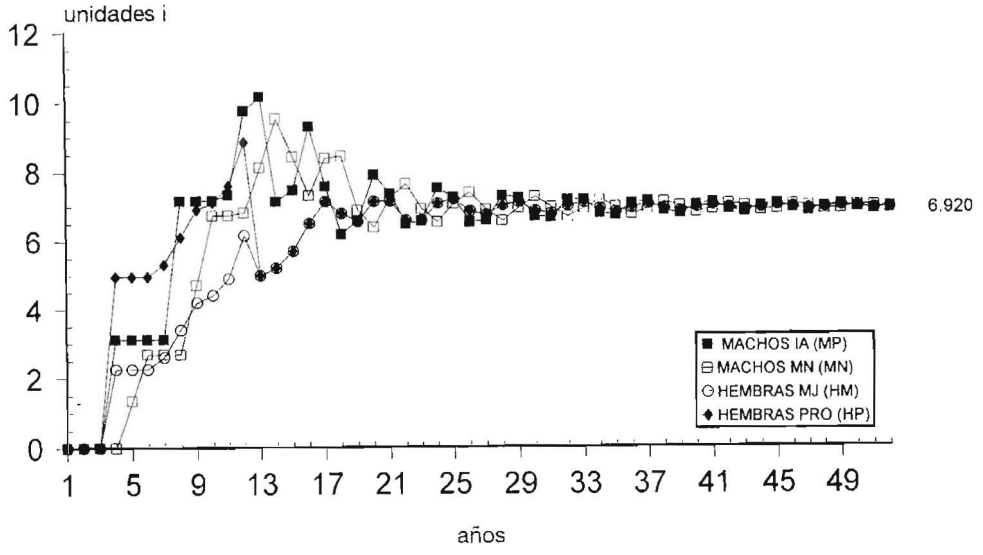


Figura 6. Respuesta teórica a la selección

Evaluación genética de reproductores

Una de las condiciones que se consideran esenciales para una correcta aplicación de los modelos lineales en el análisis de un carácter es que éste presente una distribución normal. Los modelos lineales es una técnica suficientemente "robusta" para ser válida aún cuando el carácter estudiado no se ajuste fielmente a la citada distribución. Así, se considera aceptable ignorar la naturaleza discreta de un carácter si éste cuenta con al menos 6 clases y su distribución no es claramente asimétrica o curtósica. No obstante, en el carácter prolificidad en ganado ovino, no es posible ignorar su naturaleza discreta y la clara asimetría de la distribución.

La metodología BLUP está generalmente aceptada como el método más eficiente y versátil para obtener una clasificación de los animales por mérito genético. Dándose las condiciones adecuadas, el BLUP conduce a predicciones insesgadas y de mínima varianza. Por otra parte, hay considerables reservas de tipo teórico respecto a que pueda ser aplicado a caracteres discretos. GIANOLA (1980) concreta, entre otras, alguna de estas dificultades en los siguientes puntos:

- Los valores asignados a cada clase son a menudo arbitrarios.
- La varianza en la escala observable no es constante y depende del valor genético de los candidatos a la selección.
- La varianza genética depende de la incidencia del carácter en la población.
- En la escala visible se presenta varianza genética no aditiva, tal como se dijo en la descripción del modelo.

No es escasa la literatura acerca de los métodos para tratar de tener en cuenta estas dificultades, (BERGER y FREEMAN, (1978), QUAAS y VAN VLECK (1980). En muchos casos estas nuevas técnicas empeoran la situación mas que mejorarla.

Aceptando el modelo umbral, se han desarrollado algunos métodos no lineales los cuales no presentan las dificultades citadas anteriormente, (GIANOLA y FOULLEY, (1983) y HARVILLE y MEE (1984). Presentan, no obstante, enormes problemas computacionales.

Ante esta problemática caben dos posibles alternativas:

- Aplicar métodos no lineales a pesar de las dificultades de tipo computacional.
- Ignorar la naturaleza discreta del carácter, aplicar la metodología BLUP y contrastar las consecuencias.

Presentaremos a continuación algunos argumentos con el fin de optar por uno de los dos métodos *con el exclusivo fin de obtener una clasificación de los animales por mérito genético.*

OLESEN y col. (1994) comparan un modelo lineal con modelos no lineales, como el modelo umbral (GIANOLA y FOULLEY, 1983), y un modelo Poisson (FOULLEY, 1987) para el análisis genético de la prolificidad de ovejas primíparas en ovejas de dos razas noruegas. Los modelos se compararon con respecto a calidad de la bondad del ajuste, capacidad predictiva y clasificación de los machos. El modelo que se aplicó fue un modelo macho. El modelo umbral se aplicó mediante un programa basado en modificaciones de MISZTAL y col. (1989). Como resultado más interesante en nuestro contexto, destacaremos que todos los modelos condujeron a resultados similares respecto a los tres criterios anteriores, siendo el peor el que asumía el modelo Poisson.

TORO y JURADO (1986), mediante simulación, trataron de establecer una clasificación genética de los integrantes de una población mediante un modelo animal con medidas repetidas, incluyendo como efectos fijos, el año y estación de parto, así como la edad de la oveja. Dicha población trataba de reproducir las características de la raza Rasa Aragonesa. Los parámetros genéticos en la escala subyacente presentaban una heredabilidad entre 0,05 y 0,20 y una repetibilidad entre 0,10 y 0,40. Los resultados obtenidos se compararon con los verdaderos en varias situaciones: a) con genealogía desconocida, b) suponiendo que sólo se conocen las madres y c) suponiendo conocida toda la genealogía (cada macho tenía 20 hijas). A continuación se presenta la correlación (r) entre el verdadero valor (obtenido por simulación) y su predicción BLUP en las condiciones siguientes y para determinados grupos de animales:

Parámetros utilizados

Prolificidad media = 1,4
$h^2_S = 0,05$

Repetibilidad = 0,10

Solo machos (20 hijas con un solo parto) 0,56
Hembras madres de otros animales ... 0,38
Animales sin descendencia 0,37
Todos los animales. 0,38

Otros estudios complementarios nos dan los resultados de la Tabla 2.

Por otra parte, se trató de comparar la clasificación de los animales obtenida mediante el modelo no lineal propuesto por GIANOLA y FOULLEY (1983) y un modelo lineal. Se utilizó un modelo macho, que incluía como efectos fijos el rebaño, el año y la estación de parto, así como la edad de la oveja. La heredabilidad de la distribución subyacente se supuso igual a 0,086 y la repetibilidad 0,10. La población estaba integrada por 20.000 ovejas y 400 machos, efectuándose 5 generaciones solapadas sin selección. Ambos modelos se corrieron en el programa CMMAT2 de MISZTAL (1989). Los resultados provisionales en promedio fueron los siguientes:

TABLA 2

	SOLO MACHOS	SOLO HEMBRAS	TODOS
53 hijas/macho			
1 parto por oveja			
r	0,61	0,36	0,37
r (Spearman)	0.64	0,35	0,36
40 hijas/macho			
2 partos por oveja			
r	0,63	0,39	0,41
r (Spearman)	0,60	0,38	0,39
40 hijas/macho			
50% hijas con 1 parto			
50% hijas con 2 partos			
r	0,57	0,33	0,36
r (Spearman)	0,58	0,32	0,34

De todo lo anterior podría deducirse que la utilización de un modelo lineal para obtener una clasificación de los animales por mérito genético conduciría a resultados parecidos a los que se obtendrían mediante modelos más sofisticados.

Cuestión diferente sería si se tratara de obtener estimas de componentes de varianza o de estimar la respuesta realizada a la selección, pues en estos casos, la relación no lineal entre ambas escalas no nos permitiría hacer inferencias de una escala a otra. A este respecto, se presentan como prometedoras las técnicas de muestreo de Gibbs que recientemente se han incorporado a la metodología en Mejora Genética animal. SORENSEN y col. (1995) y HOESCHELE y TIER (1995) presentan métodos para efectuar inferencias bayesianas en modelos umbrales mediante muestreo de Gibbs, basados en el muestreo de distribuciones de densidad truncadas que conducen a estimas de distribuciones posteriores de las componentes de varianza y del progreso genético real.

Bibliografía

BERGER, P.J.; FREEMAN, A.E. 1978. "Prediction of sire merit for calving difficulty". *J. Dairy Sci.* 61: 1146-1150.

BRU, 1995. "Inseminación cervical con semen fresco en ovejas de raza Rasa Aragonesa. Resultados y análisis".

CASTELLANO, J.L.; GABIÑA, D.; CARABAÑO, M.J. 1986. "Economic importance of the reproductive results in flocks of The Ebro Valley". *Seminario conjunto Hispano-norteamericano.* Zaragoza, noviembre 1986: 114-122.

DEMPSTER, E.R.; LERNER, I.M. 1950. "Heritability of threshold characters". *Genetics*, 35: 212.

DICKERSON, G.E., HAZEL, L.N. 1944. "Effectiveness of selection on progeny performance as a supplement to earlier culling in livestock". *J. Agric. Res.* 69: 459.

ELSEN, J.M.; MOCQUOT, J.C. 1974. "Methode de prevision de l'evolution du niveau genetique d'une population soumisse a une operation de selection et dont les generations se cevanchent". *Bull Tech. Dep. Genet. Anim.* (Ins. Nat. Rech. Agron. Fr) nº 17: 30.

FOULLEY, J.L.; GIANOLA, D.; IM, S. 1987. "Genetic evaluation of traits distributed as Poisson-binomial with reference to reproductive traits". *Theor. Appl. Genet.* 73: 870.

GIANOLA, D. 1980. "A method of sire evaluation for dichotomies". *J. Anim. Sci.* 51: 1266-1271.

GIANOLA, D. 1982. "Theory and analysis of treshold characters". *J. Anim. Sci.* 54: 1079-1096.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. 1983. "Sire evaluation for ordered categorical daa with a threshold model". *Gen. Sel. Evol.* 15(2): 201-224.

HARVILLE, D.A.; MEE, R.W. 1984. "A mixed-model procedure for analising ordered categorical data". *Biometrics*, 40: 393-408.

HILL, W.G. 1974. "Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations". *Anim. Prod.* 18: 117.

HOESCHELE, I.; TIER, B. 1995. "Estimation of variance components of treshold characters by marginal posterior modes and means via Gibbs sampling". *Genet. Sel.* Evol. 27: 519-540.

MISZTAL, I.; GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. 1989. "Computing aspects of a non linear method of sire evaluation for categorical data". *J. Dairy Sci.* 72: 1557-1568.

OCCON, A. 1988. "Repetibilidad y heredabilidad de la prolificidad en la raza *Rasa Aragonesa*. Optimización de los progresos genéticos en los procesos de selección". *Tesis doctoral.*

OLESEN, I.; PÉREZ-ENCISO, M.; GIANOLA, D., THOMAS, D.L. 1994. "A comparison of Normal and Non normal mixed models for number of lambs born in Norwegian sheep". *J. Anim. Sci.* 72:1166.

QUAAS, R.L.; VAN VLECK, L.D. 1980. "Categorical trait sire evaluation by best linear unbiased prediction of future progeny category frecuencies". *Biometrics*, 36: 117-122.

RENDEL, J.M.; ROBERTSON, A. 1950. "Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle". *J. Genet.* 50: 1.

SORENSEN, D.; ANDERSEN, J.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. 1995. "Bayesian inference in treshold models using Gibbs sampling". *Genet. Sel.* Evol. 27: 229-249.

TORO, M.; JURADO, J.J.; ALONSO, A. 1986. "The selection for prolificacy in Spanish sheep breeds". *Seminario conjunto Hispano-Norteamericano sobre Mejora Genética Ovino.* Zaragoza. Noviembre 1986.

VALDEMOROS, F. 1996. "Esquema de selección para prolificidad en la raza *Rasa Aragonesa*". Progreso genético esperable. *IAMZ.* Zaragoza.

WRIGHT. 1934. "An analysis in number of digits in an inbred strain of guinea pigs". *Genetics*, 19: 506.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 57-74

MEJORA GENÉTICA DEL OVINO SEGUREÑO

M. Analla
J. M. Serradilla

Departamento de Producción Animal
E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba

RESUMEN

Se han realizado simulaciones para comparar diferentes estrategias de valoración genética y selección de las ovejas Segureñas. En primer lugar, se simularon los pesos al destete de los corderos producidos durante 30 parideras consecutivas en un solo rebaño de 624 ovejas y 39 moruecos, a efectos de comparar los modelos de evaluación genética con y sin efectos maternos. En segundo lugar, se simularon tanto los pesos al destete de los corderos producidos como las prolificidades correspondientes a 21 parideras consecutivas de 6.000 ovejas, distribuidas en 20 rebaños, con los objetivos de establecer el número óptimo de hijas por macho en prueba de descendencia y elegir el criterio de selección para incrementar la cantidad de carne producida por oveja y parto. Los criterios empleados en las comparaciones fueron la s diferencias entre los valores medios de mejora de la primera y última generaciones simuladas y la evolución de los valores medios de consanguinidad. Los resultados obtenidos indicaron que: 1) Los modelos de valoración genética con y sin efectos maternos dan lugar a ganancias genéticas iguales y a incrementos similares de la consanguinidad media. 2) El máximo progreso genético se obtiene cuando se emplea un número próximo a 40 hijas por semental en prueba de descendencia. 3) El mejor criterio de selección a utilizar cuando se trata de incrementar la producción de carne por oveja, para su venta en las condiciones tradicionales del mercado del cordero Segureño, es el que se basa en la predicción del valor de mejora de la prolificidad de la oveja.

Palabras clave: Ovino, Valoración genética, Efectos maternos, Prueba de descendencia, Criterios de selección, Simulación.

SUMMARY

Different strategies for genetic evaluation and selection of Segureña ewes were compared through simulation. First, weaning weights of lambs in a single flock of 624 ewes and 39 rams were simulated through 30 consecutive lambings, in order to compare the simple breeding value model with the maternal effects model for lamb evaluation. Secondly, weaning weights of lambs and litter sizes of lambings of more than 6.000 ewes, distributed in 20 herds, were simulated during 21 consecutive lambings with the purpose to decide on the optimum number of daughter per sire of breeding values prediction and to asses selection criteria to use for metat production improvement. Differences of the average breeding values of first and last generations simulated was the criterion used in all comparison. Evolution of average inbreeding through generations was also considered. Results showed that: 1) The simple breeding value

model yields the same genetic progress and the same increase in inbreeding as the maternal effects model. 2) Maximum genetic progress for litter size is obtained when testing each sire with about 40 daughters each.3) The best selection criterion for metat production improvement in the traditional market of this breed is the predicted breeding value of litter size.

Key words: Sheep, Breeding values, Maternal effects, Progeny test, Selection criteria, Simulation.

Introducción

La raza ovina Segureña es una raza de producción cárnica, si bien, en los censos oficiales, estuvo unida a la raza Manchega (de la que procede) hasta 1987. Su área de distribución se ubica principalmente en la confluencia de las provincias de Albacete, Almería, Granada, Jaén y Murcia. Región semiárida, con vegetación rala, de tipo estepa, constituida fundamentalmente por bosque bajo o matorral: tomillo, romero, retama, esparto. Su censo fué estimado por FALAGÁN y HERNANDEZ (1992) en algo mas de 1.300.000 ovejas adultas.

Segun CRUZ (1988), el sistema de producción que predomina en la zona varía del extensivo al semi-intensivo asociado a la producción de cereales. El 60% de las explotaciones tienen menos de cinco hectáreas y el 54% de las parcelas son de menos de una hectárea. Solamente se cultiva un 49% de la superficie y el barbecho supone el 43% de la superficie labrada. Las ovejas suelen tener tres partos cada dos años en la mayor parte de las ganaderías, aunque en algunas siguen un sistema de un parto al año. Las épocas de cubrición suelen ser julio-agosto, noviembre, diciembre y abril-mayo. El tamaño de los rebaños oscila entre 60 y 500 ovejas, si bien el 51% de los rebaños tienen entre 100 y 250 ovejas adultas. La tasa de reposición oscila alrededor del 18%. En cuanto a los machos, el 70% son mayores de 18 meses y el resto son machos jóvenes y corderos de reposición. Los animales pastan todos los días en rastrojeras, barbechos o monte bajo. En épocas de escasez de pastos los animales suelen recibir un suplemento (paja, cereal o algún producto local como cáscara de almendra), sobretodo en épocas de cubrición, final de la gestación y principio de la lactación. Los corderos permanecen con sus madres hasta el destete, aproximadamente a los 45 días, pero no salen a pastar. Una vez destetados van a los lotes de engorde hasta los 90 días, edad aproximada en la que se llevan a matadero con un peso vivo medio de 24 K.

La Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), se encarga de la gestión de los controles de rendimiento y del Libro Genealógico. Desde el año 1992, en que se estableció el esquema de controles a través de un convenio entre esta Asociación y la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Junta de Andalucía, se viene realizando también un programa de valoración de sementales mediante I.A. En la actualidad hay 110 ganaderías con controles de genealogía y nacimientos, con un total de 35.000 ovejas. La I.A. se practicó en 21 ganaderías, sobre 2.000 ovejas con semen procedente de 15 machos. En el año 1995 se registraron los pesos de 3.362 corderas y 332 corderos en

54 ganaderías, incluyendo todas aquellas en las que se realizaron inseminaciones.

Desde que se puso en marcha el esquema de selección se planteó la cuestión de definir sus características: Número de machos jóvenes puestos a prueba, número de hijas para probar cada semental, criterios de selección y modelos de valoración. Algunas de estas características, como el número de sementales puestos a prueba, estaban condicionadas por las disponibilidades de espacio, de personal y el número de ganaderías que participaban en el esquema. Para definir las otras era necesario estudiar la información disponible hasta el momento y realizar simulaciones que permitieran estimar lo que podía ser la respuesta con diferentes opciones. Así, se plantearon los siguientes:

Objetivos

1. Comprobar si el modelo aditivo simple podría sustituir el modelo con efectos maternos para la valoración de los animales para crecimiento; pues el modelo aditivo simple es más fácil de implementar, además las valoraciones se harían en menos tiempo.

2. Averiguar el número idóneo de machos a valorar por descendencia, a más machos habrá menos hijas para la prueba de descendencia por macho, ya que el total no puede superar, en la actualidad, las 630 hijas. Se trata en definitiva de ver si el aumento del número de machos en prueba compensa la reducción de hijas por macho, ya que el porcentaje de reposición es constante.

3. Al estar la prolificidad y el peso al destete correlacionados positivamente, se trata de comprobar cuál es el mejor criterio para la selección: la prolificidad sola, el peso al destete solo, o ambos caracteres juntos. En este último caso se construyó un índice que es la suma de los valores BLUP tipificados (SCHAEFFER, 1988) de la prolificidad y del peso al destete.

Material y Métodos

Las simulaciones realizadas se pueden dividir en dos partes. Una primera parte concierne a la comparación de la eficiencia del modelo aditivo simple con la del modelo con efectos maternos para la valoración de los corderos por caracteres de peso. La segunda parte está contituida por las simulaciónes hechas con el objeto de comparar criterios de selección y optimizar el esquema de selección. La primera parte se hizo considerando una sola ganadería, mientras que en la segunda se tuvieron en cuenta varias ganaderías con un mayor número de animales. A excepción del factor ganadería, tanto los modelos como los parámetros y los procedimientos de simulación fueron los mismos en los dos casos. Los caracteres simulados han sido la prolificidad y el peso al destete. Este último, porque, como se desprendió de los análisis de correlaciones genéticas realizados previamente (ANALLA *et al.*, 1995) resultó ser el criterio de selección más adecuado para mejorar el peso de venta de los corderos.

Modelos y Parámetros de simulación

Para simular la población de valores de cada carácter se utilizaron modelos con los factores fijos que resultaron significativos en el análisis de los datos del control de rendimientos, realizado durante un período de 10 años en la Granja Experimental "Los Morales", situada en Huescar (Granada) y perteneciente a la Diputación Provincial de

Granada. Estos mismos datos sirvieron para estimar los parámetros empleados en dichas simulaciones.

– Modelo de simulación del carácter prolificidad:

$$y_{subijklmn} = G_i + Aj + E_k + O_l + a_m + p_m + e_{ijklmn}$$

Dicho modelo se basa en la existencia de una variable normal subyacente ysub (WRIGHT, 1934; GIANOLA, 1979; GIANOLA, 1982) que es luego categorizada, a través de los valores umbrales calculados usando la función de densidad de una distribución normal (GIANOLA, 1979), de la siguiente manera:

Si y_{sub} es inferior al primer umbral, la prolificidad es *uno*.

Si y_{sub} es superior o igual al primer umbral pero inferior al segundo, la prolificidad es *dos*.

Si y_{sub} es superior o igual al segundo umbral pero inferior al tercero, la prolificidad es *tres*.

Si y_{sub} es superior al tercer umbral, la prolificidad es *cuatro*.

– Modelo de simulación para el carácter peso al destete:

$$p_{dijklmnop} = m + G_i + A_j + E_k + O_l + T_m + S_n + d_p + m_o + q_o + f_{ijklmnop}$$

Donde pd es el peso al destete, G es el efecto de la ganadería, A es el efecto del año, E es el efecto de la estación, O es el efecto de la edad de la oveja al parto, T es el efecto del tipo de parto y S es el efecto del sexo del cordero. Estos efectos corresponden a factores fijos estimados anteriormente, con la excepción del factor ganadería, cuyos efectos no se pudieron estimar por ser la base de datos analizada de una sola ganadería. A los efectos del factor ganadería les fueron adjudicados unos valores supuestos, tomando como referencia la magnitud de los efectos del factor año. Para la prolificidad, A es el valor aditivo, p es el valor ambiental permanente y E es el valor ambiental temporal. Para el peso al destete, d es el valor aditivo directo, m es el valor aditivo materno y q es el valor ambiental permanente materno de o (la madre de p) y f es el valor ambiental temporal. Estos valores, al ser realizaciones de variables aleatorias, se han generado a través del procedimiento de Box y Muller (JURADO e IBAÑEZ, 1982), que es el siguiente:

$$v = [-2.\text{Log}(x_1)]^{1/2}. [\text{sen}(2.\pi.x_2)]$$

Donde x_1 y x_2 son números aleatorios uniformes obtenidos por el generador de números aleatorios, que se basa en un método de generación substractivo (PRESS *et al.*, 1986). El valor v obtenido de esta forma, tiene una distribución normal de media cero y de varianza uno. Para obtener una realización de una de las variables que nos interesan (a, p, e, d, m, q y f), se multiplica v por la desviación típica de dicha variable.

Para conservar las correlaciones entre las variables aditivas, se ha simulado primero, el valor aditivo de la prolificidad, que fue escogido al azar, del cual, posteriormente, se ha obtenido el valor aditivo directo para el peso al destete (asumiendo un valor para la correlación entre los efectos aditivos del peso y los efectos aditivos de la prolificidad, estimado previamente por ANALLA *et al.* (1995), y, finalmente, se obtuvo el valor aditivo materno, asumiendo que la correlación entre los efectos aditivos maternos del peso y los efectos aditivos de la prolificidad es igual al producto de la correlación entre los efectos aditivos directos del peso al destete

y los efectos aditivos de la prolificidad, por la correlación entre los efectos aditivos directos y los efectos aditivos maternos del peso al destete. La población base fue generada extrayendo una muestra al azar de una población infinita con las medias y varianzas de la población experimental, de la siguiente manera:

$$a_i = v_1 \cdot \sigma_a$$

$$d_i = \left[v_1 \cdot \frac{\sigma_{ad}}{\sigma_a \cdot \sigma_d} + v_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{ad}}{\sigma_a \cdot \sigma_d} \right)^2} \right] \cdot \sigma_d$$

$$m_i = \left[\left(v_1 \cdot \frac{\sigma_{ad}}{\sigma_a \cdot \sigma_d} + v_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{ad}}{\sigma_a \cdot \sigma_d} \right)^2} \right) \cdot \frac{\sigma_{dm}}{\sigma_d \cdot \sigma_m} + v_3 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{dm}}{\sigma_d \cdot \sigma_m} \right)^2} \right] \cdot \sigma_m$$

$$p_i = v_4 \cdot \sigma_p$$

$$e_i = v_5 \cdot \sigma_e$$

$$q_i = v_6 \cdot \sigma_q$$

$$f_i = v_7 \cdot \sigma_f$$

Para las generaciones subsecuentes se incluyeron los valores aditivos y los coeficientes de consanguinidad de los padres para la obtención de los valores aditivos de su descendencia.

Mientras que, los valores p_i, e_i, q_i, f_i se simularon igual que en la población base. Donde, los subíndices p, m e i significan el padre, la madre y el individuo, respetivamente. F_i es el coeficiente de consanguinidad de un individuo i. De esta manera, se puede tener en cuenta los efectos de la consanguinidad y del desequilibrio gamético sobre la varianza aditiva (FOULLEY y CHEVALET, 1981; SORENSEN y KENNEDY, 1984). σ_a^2, σ_d^2 y $\sigma_m{}^2$ son: la varianza aditiva de la prolificidad, la varianza aditiva directa y la varianza aditiva materna para el peso al destete, respectivamente. La covarianza aditiva entre ambos caracteres es σ_{ad}, y la covarianza entre efectos aditivos directos y maternos para el peso al destete es σ_{dm} . El valor ambiental permanente es p_i, y el valor ambiental temporal es e_i para la prolificidad con las varianzas y σ_p^2 y σ_e^2, respectivamente. El valor ambiental permamente de la madre es q_i y su valor ambiental temporal es f_i para el peso al destete con las varianzas y σ_p^2 y σ_f^2, respectivamente. v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6 y v_7 son valores al azar obtenidos, como se describe anteriormente, de una distribución normal típica. No se tuvo en cuenta el efecto de la depresión consanguínea sobre las distintas producciones por no disponerse de estimas para tal efecto.

$$a_i = \frac{a_p + a_m}{2} + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{F_p + F_m}{2}\right)} \cdot v_1 \cdot \sigma_a$$

$$d_i = \frac{d_p + d_m}{2} + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{F_p + F_m}{2}\right)} \cdot \left[v_1 \cdot \frac{\sigma_{a,d}}{\sigma_a \cdot \sigma_d} + v_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{a,d}}{\sigma_a \cdot \sigma_d}\right)^2} \right] \cdot \sigma_d$$

$$m_i = \frac{m_p + m_m}{2} + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{F_p + F_m}{2}\right)} \cdot \left[\left(v_1 \cdot \frac{\sigma_{a,a}}{\sigma_a \cdot \sigma_a} + v_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{a,d}}{\sigma_a \cdot \sigma_d}\right)^2} \right) \cdot \frac{\sigma_{d,m}}{\sigma_d \cdot \sigma_m} + v_3 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{d,m}}{\sigma_d \cdot \sigma_m}\right)^2} \right] \cdot \sigma_m$$

La Estructura de las poblaciones simuladas

La población base consta de 6.248 hembras y 318 machos de monta natural repartidos en 20 ganaderías con una reposición del 20%. Al tratarse de un núcleo de selección, la reposición de las hembras debe ser más alta que en el resto de las ganaderías, para permitir una adecuada difusión del progreso genético y, al mismo tiempo, la posibilidad de usar un número suficiente de machos en prueba de descendencia para poder aplicar una alta presión de selección. Al ser el sistema de manejo de 3 partos cada dos años, en cada época de reposición se repone el 13% de hembras y el 13% de machos, lo que arroja un número de corderas a reponer de 842 en cada cubrición, de las cuales 212 sirven para la difusión y 630 para la prueba de descendencia; ya que la mejor repartición de hijas de reposición entre el soporte de la prueba de descendencia y la difusión de progreso genético es de 75% y 25%, respectivamente (SERRADILLA, 1989; resultados no publicados). Se siguió el esquema propuesto para la raza Segureña, que puede verse en la figura 1.

Los corderos candidatos para la prueba de descendencia se eligen entre todos los corderos de una misma paridera y no sólo entre los hijos de machos probados. Esto se debe a dos razones. Primero, hay que dar la oportunidad a los corderos hijos de monta natural porque al ser nietos de machos probados pueden tener muy buenas evaluaciones BLUP. Segundo, al eligir los candidatos sólo entre los hijos de machos probados, estamos reponiendo siempre de las mismas familias lo que puede conducir a elevados niveles de consanguinidad. Además, la elección de los candidatos en esta fase es una especie de barrido para detectar los animales con valores aditivos supuestamente altos, que quedan por confirmar a través la prueba de progenie.

Las simulaciones se han hecho para responder a los tres objetivos planteados:

I- Comprobar si el modelo aditivo simple podría sustituir el modelo con efectos maternos. Para ello, se aplicaron tres métodos de valoración:

Método 1: valorar los animales por predicciones BLUP obtenidas a través de un modelo aditivo simple:

$$y = Xa + Zu + e$$

Método 2: valorar los animales por predicciones BLUP del valor directo obtenidas a través de un modelo con efectos maternos:

$$y = Xa + Z_d d + Z_m m + Z_p p + e$$

Donde y es el vector de los pesos destete, a es el vector de los factores fijos antes mencionados, u es el vector de los valores aditivos cuando no se tienen en cuenta los efectos maternos, d es el valor aditivo directo, m es el valor aditivo materno, p es el valor ambiental permanente materno sobre estas mismas producciones, y e es el efecto ambiental temporal específico para cada carácter y asociado con cada registro. X, Z, Z_d, Z_m y Z_p son matrices de incidencia conocidas.

Método 3: valorar los animales por la suma de las predicciones BLUP del valor aditivo directo y del valor aditivo materno.

II- Averiguar el número idóneo de machos a valorar por descendencia. Para ello, se han probado las siguientes alternativas:

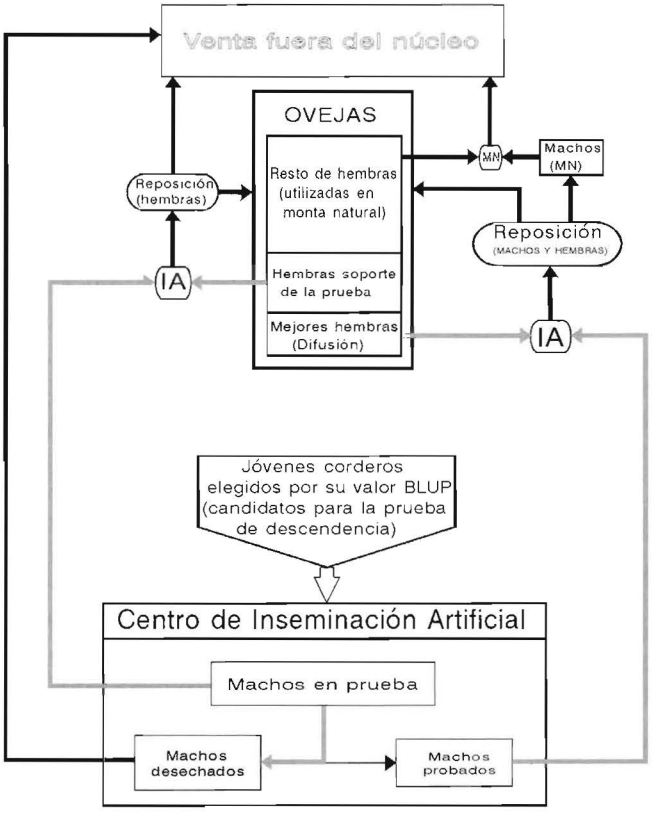


Figura 1. Esquema de selección propuesto para la raza ovina Segureña

TABLA 1
TRIPLETES DE MACHOS PARA INSEMINAR

Número del triplete	Números de los machos		
1	1	2	4
2	2	3	5
3	3	4	6
4	4	5	7
5	5	6	8
6	6	7	9
7	7	8	10
8	8	9	1
9	9	10	2
10	10	1	3

10 machos en prueba de descendencia con 63 hijas cada uno.

15 machos en prueba de descendencia con 42 hijas cada uno.

21 machos en prueba de descendencia con 30 hijas cada uno.

Se ha probado el uso de la genealogía completa, padres de monta natural incluidos, o sólo la paterna vía inseminación artificial y la materna, que es como se está llevando a cabo en la actualidad.

III- Comprobar cuál es el mejor criterio para la selección: la prolificidad sola, el peso al destete solo, o ambos caracteres juntos. En este último caso se construyó un Índice que es la suma de los valores BLUP tipificados (Schaeffer, 1988) de la prolificidad y del peso al destete.

Para resolver la primera cuestión, se ha simulado una sola ganadería durante 30 generaciones. Para responder a las otras dos se ha simulado un grupo de 20 ganaderías durante 21 generaciones (en este caso no se pudieron simular 30 generaciones, debido a las limitaciones de memoria en el ordenador. En este caso, se conectaron las ganaderías a través de los machos de inseminación (probados y en prueba). Dicha conexión se logró formando grupos de tres machos para inseminar (se puede hacer con cuatro, cinco, etc; pero al aumentar el número de machos por grupo disminuye el de las hijas de un mismo macho por ganadería); en el caso de diez machos, por ejemplo y asignando un número a cada macho, los tripletes de machos obtenidos están en la tabla 1:

Cada macho está presente en tres tripletes, lo que le permite estar conectado directamente con seis machos que a su vez están conectados cada uno con cinco machos distintos de éste. Lo que prueba que todos los machos están conectados entre sí, y aun en el caso extremo de usar un triplete por ganadería, todas las ganaderías quedarían totalmente conectadas. De este modo, las inseminaciones se hacen con el triplete uno, cuando se acaban las dosis suficientes para obtener 63 hijas por triplete (en el caso de 63 hijas por macho), se pasa al triplete dos, cuando se acaba se sigue con el triplete tres, etc.

En todos los casos se simularon 20 réplicas, empezando con una semilla distinta cada vez, pero usando la misma cadena de semillas en cada caso. La valoración se hizo con un paquete de programas, escritos en Fortran77, que se basan en el paquete de programas de valoración del Grupo de Genética de Rumiantes del Departamento de Producción Animal del INIA de Madrid, desarrollados por el Dr. J.J. JURADO (1989).

Comparación de las poblaciones simuladas

Los criterios utilizados para la comparación de las poblaciones simuladas son:

1. El cambio, en los caracteres estudiados, del valor aditivo medio de la población de animales entre la primera generación y la última.

2. El aumento del coeficiente medio de consanguinidad durante el proceso de simulación. Aunque en el primer caso se empleó tambien la tasa de consanguinidad media en cada generación (FALCONER, 1981).

$$\frac{F_{t-1} - F_t}{1 - F_{t-1}}$$

Estos criterios se aplicaron a las distintas alternativas estudiadas. Para ayudar a la comparación, se representó gráficamente la tendencia tanto del valor aditivo medio como del coeficiente medio de consanguinidad en función de las generaciones.Para el cálculo del cambio genético se usaron directamente las medias generacionales de los valores aditivos reales simulados en cada caso. La consanguinidad media se obtuvo calculando la media de los coeficiente de consaguinidad de cada individuo de toda la población.

Resultados y Discusión

Comparación del modelo aditivo simple con el modelo de efectos maternos

Respecto a la media fenotípica y los valores aditivos de la última generación, el método 3 genera el valor fenotípico más alto y el valor aditivo materno más bajo. El método 2 da el valor aditivo directo más elevado. No obstante, las diferencias no son significativas. De esto se desprende que las tres estrategias de selección conducen a las mismas ganancias genéticas. La evolución de los valores aditivos se muestra en la

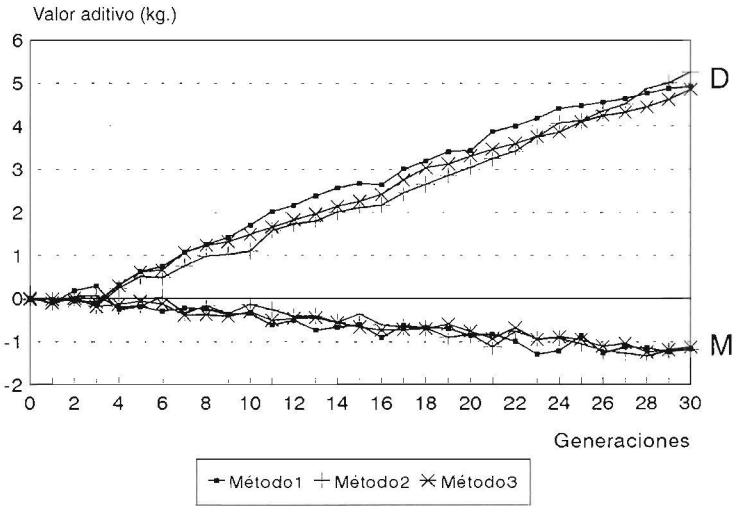


Figura 2. Evolución del valor aditivo medio (D: directo, M: materno) del peso al destete por generación, según el método de selección

figura 2. Los valores aditivos directos muestran una tendencia positiva a través de las generaciones, mientas que los valores aditivos maternos muestran una ligera tendencia negativa.

La media fenotípica alcanzada en la última generación supera los 18 kg. en los tres casos. Puesto que el valor de la primera generación fue de 14 kg., la ganancia total realizada corresponde a unos 4 kg. Esto coincide con los resultados obtenidos con los valores aditivos, donde se obtuvo una ganancia neta de cerca de 5 kg. en los valores aditivos directos, acompañada de una pérdida de alrededor de 1 kg. en los valores aditivos maternos. El método 3 da el valor aditivo directo más bajo porque tiene en cuenta los valores aditivos maternos. Pero debido a la correlación negativa existente entre estos dos efectos aditivos, un aumento en los valores maternos conduce a una disminución de los valores directos. Sin embargo, los efectos directos explican una proporción de la varianza fenotípica total 7 veces más grande que la explicada por los efectos maternos. Esto hace que la reducción de pérdida obtenida en los efectos maternos no compense la baja mejoría obtenida en los valores directos.

Hay un aumento importante de la consanguinidad mientras la selección avanza. La evolución de los coeficientes medios y las tasas de consanguinidad por generación están representados en la figura 3. El valor de 10% se ha superado en los tres casos. El método 3 sobrepasó el valor de 13% mientras que los otros métodos no superaron el valor de 12%. Aunque el coeficiente medio de consanguinidad aumenta a través de las generaciones, la tasa de consanguinidad muestra un máximo entre las generaciones 17 y 22, y después disminuye. Esto significa que la evolución de la consanguinidad media sigue una curva logarítmica y, por consiguiente, el incremento entre generaciones consecutivas es más pequeño en las últimas generaciones.

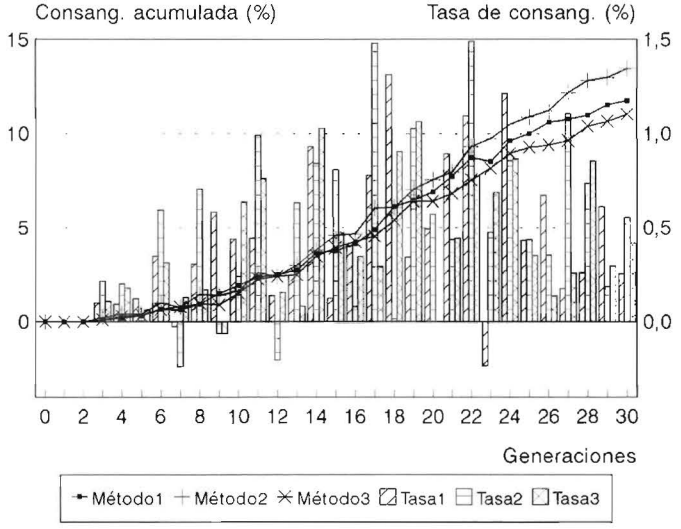


Figura 3. Evolución de la consanguinidad media y de la tasa de consangunidad por generación, según el método de selección para mejorar el peso al destete

El incremento de la consanguinidad plantea la cuestion de la magnitud de la depresión por consanguinidad, porque si ésta es grande, la selección por valores aditivos BLUP llevaría a una ganancia más pequeña que otros métodos menos precisos de selección, como la selección basada en valores fenotípicos, por ejemplo (HAGGER, 1991; LEITCH *et al.*, 1993). En este sentido, QUINTON *et al.* (1992) mostraron que los métodos de selección deben compararse para los mismos niveles de consanguinidad. Esto, aplicado a nuestros datos, se muestra en la figura 4, donde se puede comprobar que no hay diferencias entre los tres métodos para la reducción en los valores maternos, mientras que en los valores directos el método 1, seguido muy de cerca por el método 3, superan al método 2. Además, si la depresión por consanguinidad es realmente alta, quizás la valoración se debería hacer con un modelo que incluyera los efectos de dominancia, porque sería más preciso para predecir los valores aditivos que un modelo puramente aditivo, especialmente si la varianza de dominancia es mucho más alta que la varianza aditiva (UIMARI y MÄKI-TANILA, 1992; DE BOER y HOESCHELE, 1993). De hecho, la recomendación de Quinton y colaboradores no tiene en cuenta que el método 3 alcanza valores más altos que el método 2 para una misma generación, y si ese aumento compensa la depresión por consanguinidad, las conclusiones serían totalmente erróneas. Por lo tanto, cuando no se conoce el valor de la depresión debida a la consanguinidad, es mejor ignorarla que perderse en suposiciones y conjeturas. Pero esto no quita que sea de vital importancia tener una estima de dicha depresión sobre los caracteres estudiados, ya que en función del valor de ésta se podría prever tener o no en cuenta dicho efecto durante la selección (KELLER *et al.*, 1989; STRANDÉN *et al.*, 1991; ROEHE *et al.*, 1993; KLIEVE *et al.*, 1994).

En un estudio similar realizado por ROEHE y KENNEDY (1993), sobre tamaño de la camada en porcino, se concluye que el mo-

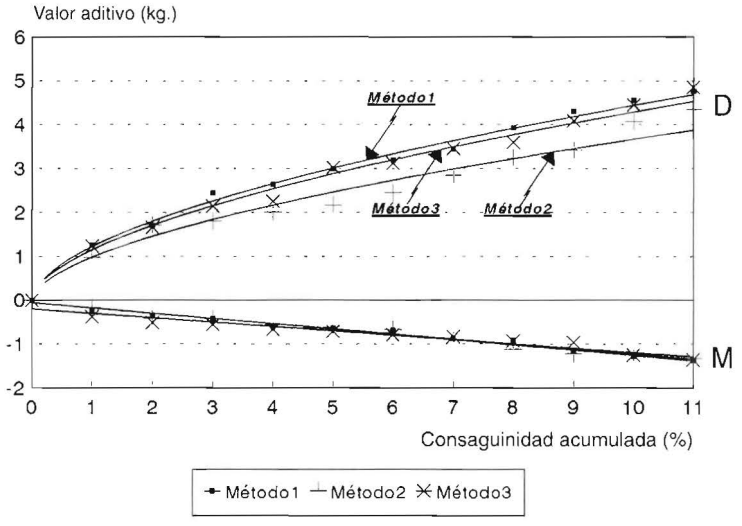


Figura 4. Evolución del valor aditivo medio (D: directo, M: materno) del peso al destete, en función del nivel medio de consanguinidad acumulada, según el método de selección

delo que incluye los efectos maternos debe usarse preferentemente cada vez que sea posible, aunque el modelo más simple (que ignora los efectos maternos) se puede considerar, a corto plazo sólamente. Sin embargo, la estructura de varianza para el carácter que ellos analizaron es muy distinta del carácter analizado aquí, en particular la varianza aditiva directa es sólo el doble de la varianza materna, mientras que en nuestro caso es siete veces mayor. Esto implica que cuando la varianza aditiva directa es mucho más grande que la varianza aditiva materna, los efectos maternos se pueden ignorar cuando se valoran los animales candidatos a la selección, sin comprometer, por tanto, el progreso genético que se pueda alcanzar. VAN WYK *et al.* (1994) tambien concluyen que los efectos maternos pueden ignorarse a la hora de valorar los animales para el peso adulto, el peso del vellón y el diámetro de la fibra en la raza Merina; aunque en su caso la varianza directa es al menos 30 veces más grande que la varianza materna, para cada uno de los tres caracteres estudiados.

Por consiguiente, la evaluación de los corderos Segureños para el peso al destete se puede hacer con un modelo aditivo simple, pues llevaría a las mismas ganancias que originaría el modelo con efectos maternos con las ventajas de ser más fácil de implementar y necesitar menos tiempo y memoria de ordenador.

Comparación de esquemas con distintos números de hijas por macho

La figura 5 representa la evolución de los valores aditivos durante el período de simulación. Se destaca el caso en el cual se prueban 15 machos con 42 hijas cada uno, teniendo en cuenta la genealogía de los padres de monta natural (MN), que alcanza el valor 0,273 corderos por oveja y parto. Pero en todos los casos se supera el valor 0,2 corderos por oveja y parto, observando

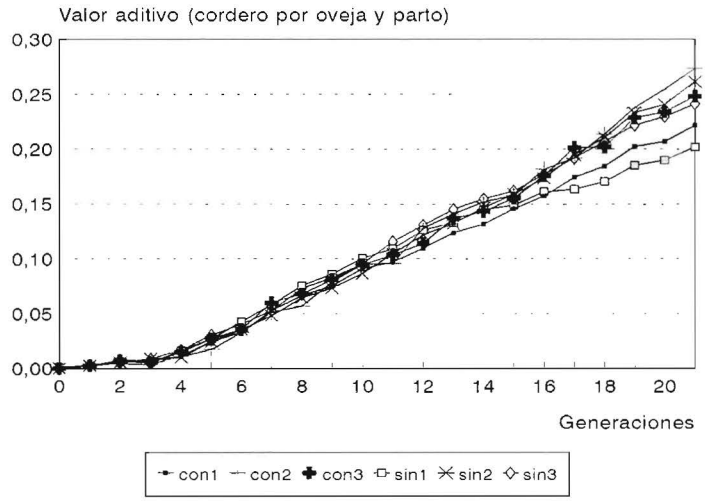


Figura 5. Evolución del valor aditivo medio de la prolificidad por generación, en función del número de hijas por macho, y la inclusión o no de la genealogía de machos de monta natural

el valor más alto en cada caso cuando se incluye la genealogía vía MN; esto significa un aumento promedio de al menos 0,01 cordero por generación. Evidentemente, al aumentar el número de hijas la información vía MN se hace menos importante, sobre todo para el caso de 63 hijas por macho en prueba. De ahí se desprende que el caso que alcanza un buen equilibrio entre número de hijas y machos en prueba es el caso de 15 machos, cada uno probado con alrededor de 40 hijas, que al faltar la genealogía vía MN reduce el valor de la última generación en 0,01 cordero por oveja y parto, lo que se puede traducir en una generación de retraso, aunque esta diferencia no es significativa. Estos valores están en conformidad con los que se obtuvieron en otra razas; por ejemplo, en la raza Lacaune de carne, POIVEY *et al.* (1994) obtienen un cambio en la media aditiva de 0,16 corderos en 8 años (de 1985 a 1993) comparable con el 0,2 en 7 años (21 generaciones) obtenido en nuestro caso.

La genealogía vía MN es importante cuando el número de hijas es bajo (en el caso de 30) pero a medida que aumenta este número las diferencias desaparecen. Las diferencias entre disponer o no de genealogía vía MN pasan de 0,02 corderos, en el caso de 30 hijas por macho, a 0,007 en el caso de 63 hijas por macho, aunque ninguna de las dos diferencias es significativa. Por otro lado, e independientemente del número de hijas, la inclusión de la genealogía vía MN mejora la precisión de la selección coincidiendo con TORO y JURADO (1986). Esto se ve claramente en los errores típicos, que muestran una tendencia a disminuir cuando se incluye dicha información. Los errores típicos se reducen a la mitad cuando se emplea la genealogía de los machos MN, excepto en el caso de 63 hijas por machos, en el cual la disminución es mucho menor. Esto indica que cuando no se incluye la genealogía vía MN, las réplicas simuladas fluctúan mucho más que cuando se incluye, sobre todo cuando el número de hijas es distinto de 63. En la figura 5 se ve que las diferencias entre los distintos casos van aumentando a medida que avanza la selección; esto quiere decir que los casos que resultaron no ser distintos en las 21 generaciones de estudio, pueden serlo al cabo de más generaciones.

En la figura 6 se observa la evolución de la consanguinidad. El valor más alto se obtiene cuando hay diez machos probados sobre 63 hijas. Evidentemente, como estas hijas sirven luego para la reposición, al estar más emparentadas aumentan más la consanguinidad de la población. Cabe destacar que la diferencia es alta entre el caso de 63 hijas y los otros dos, no siendo éstos distintos.

Comparación de los criterios de selección

Seleccionando sólo por la prolificidad se origina la mejor ganancia en el valor aditivo medio de ésta, expresado en cordero por oveja y parto (0,26), seguido por el valor obtenido con la selección por índice (0,19). El cambio genético más bajo en el valor aditivo medio de prolificidad, se obtiene como respuesta correlacionada cuando se selecciona por el peso al destete (0,11). Para el peso al destete, el cambio más alto en valores aditivos de este carácter se obtiene cuando se selecciona directamente por el mismo, el más bajo se obtiene cuando se selecciona por prolificidad, siendo el cambio alcanzado por índice de selección cercano al obtenido cuando se selecciona solamente por el peso. La ganancia neta (directa más materna) es 1,1 kg. cuando se selecciona por el peso, 1 kg. cuando se selecciona por índice y cerca de 0,2 cuando se selecciona por prolificidad. Estas diferencias son cada vez más

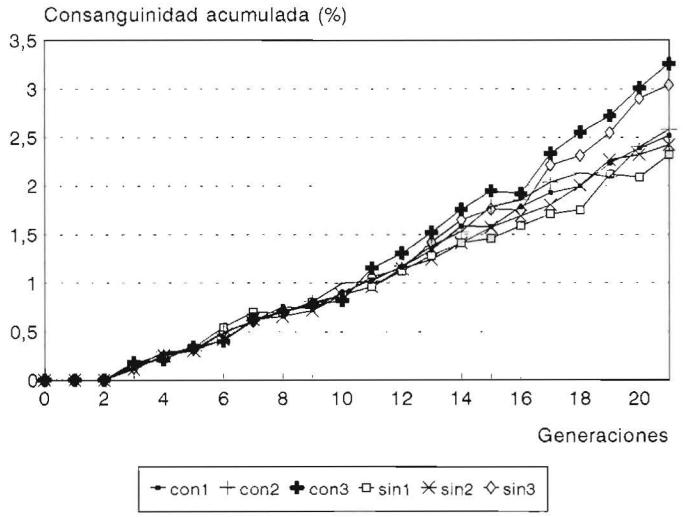


Figura 6. Evolución de la consanguinidad media por generación, en función del número de hijas por macho, y la inclusión o no de la genealogía de machos de monta natural

grandes a medida que avanza el proceso de selección, como se puede observar en las figuras 7 y 8.

Si los ganaderos están interesados en mejorar la prolificidad sola, la mejor manera de hacerlo es seleccionando directamente por los valores aditivos de ésta. Esto originaría un incremento bajo en el peso al destete, el cual no compensa la pérdida de peso debida al efecto del aumento de partos múltiples (éste se estima igual a 0,15 kg. para un aumento de prolificidad del 10%). Efectivamente, la selección por prolificidad conduce a un aumento del 0,26 de ésta y 0,244 kg. del peso al destete, lo cual supone alrededor de 0,09 kg. de ganancia en peso al destete por cada 0,1 incremento en la media de la prolificidad. Esto significa una pérdida de 0,06 kg. en la media del peso al destete para cada aumento de 0,1 en la prolificidad, teniendo en cuenta el efecto sistemático de tipo de parto. Una reducción similar se observará en el peso a los 90 días que es el peso de venta-sacrificio. Sin embargo, esta reducción en peso puede tolerarse en el mercado de la Segureña, ya que supone una pequeñísima reducción en los pesos de canal, si se asume un rendimiento al sacrificio igual al 50% (FALAGÁN, 1992). No obstante, a medida que la selección vaya progresando, el peso al destete dejará de responder a la selección, como carácter correlacionado, porque la correlación genética tenderá hacia cero bajo el efecto de la selección (ITOH, 1991; STRANDÉN *et al.*, 1993). Pero, aún así, la reducción en peso se podría soportar por el mercado tradicional. Esta opción sería además, la más adecuada si no se quiere modificar el tamaño del animal adulto; puesto que incluir el peso como objetivo de selección conllevaría a un aumento del peso del animal adulto, lo que incidiría negativamente en las características de rusticidad de la hembras Segureñas, debido a un aumento en las necesidades de mantenimiento de las ovejas que no es deseable bajo el actual sistema de manejo.

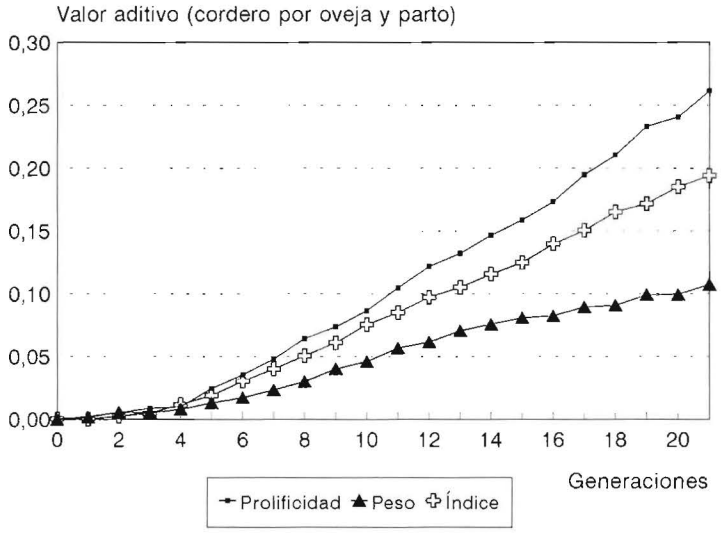


Figura 7. Evolución del valor aditivo medio de la prolificidad por generación, según el criterio de selección

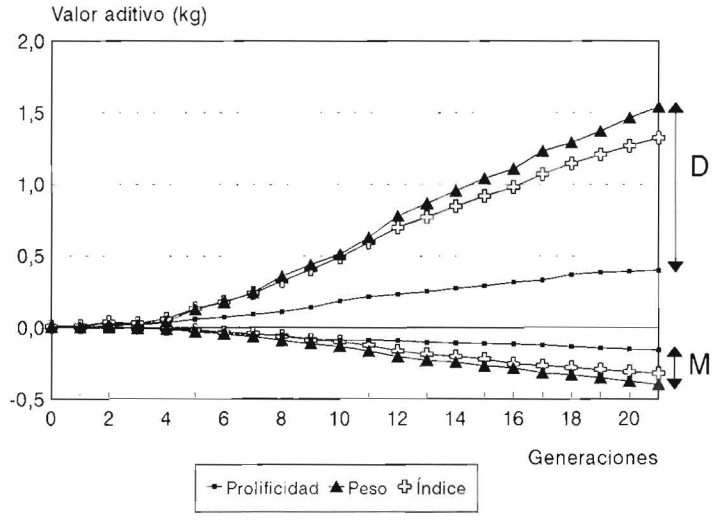


Figura 8. Evolución del valor aditivo medio del peso al destete (D: directo, M: materno) por generación, según el criterio de selección

Seleccionando solamente por peso al destete, no se mejora mucho la prolificidad. El aumento en la media de la prolificidad, que tiene lugar después de 21 generaciones de seleción, es de alrededor de 0,1 cordero, al cual corresponde un aumento neto en peso al destete de 1,1 kg. En este caso, los corderos van a llegar a su peso comercial

con una edad más temprana, con canales menos maduras. Esto, puede influir negativamente en su valor en el mercado, ya que el mercado específico de la Segureña es muy sensible a la calidad de la canal; además del efecto negativo sobre el tamaño adulto explicado en el apartado anterior. Una posible alternativa sería reorientar la producción, adecuando los sistemas de manejo, hacia otros mercados donde las canales son un poco más pesadas, (e.g. Cataluña: donde los corderos suelen tener pesos de canal más altos). Analogamente, en este caso, la prolificidad dejará de responder a la selección como carácter correlacionado en futuras generaciones, por las mismas razones expuestas anteriormente (ITOH, 1991; STRANDÉN *et al.*, 1993).

Seleccionar por índice parece ser más adecuado que seleccionar únicamente por el peso. En este caso, se obtiene un incremento en la media de los valores aditivos del peso al destete similar al que se consigue seleccionando por el peso solo, pero se produce un incremento más alto en la productividad numérica por oveja, lo cual conduciría a un aumento substancial en los ingresos de los ganaderos. No obstante, en este caso hay que tener en cuenta el efecto de la selección sobre las correlaciones genéticas, pues cuando se están seleccionado ambos caracteres, una correlación genética inicial positiva se vuelve negativa tras varias generaciones de selección (ITOH, 1991; STRANDÉN *et al.*, 1993). Entonces, se debe preveer un posible cambio del criterio de selección hacia el peso solo, antes de que la correlación entre ambos carcteres cambie a negativa, para evitar de este modo el efecto adverso que podría tener tal correlación /reducción del progreso genético en caso de seguir usando el índice, o respuesta negativa para la prolificidad, si se usa el peso al destete como criterio de selección.

Como se puede apreciar en la figura 9, la selección por peso es la que más aumenta la

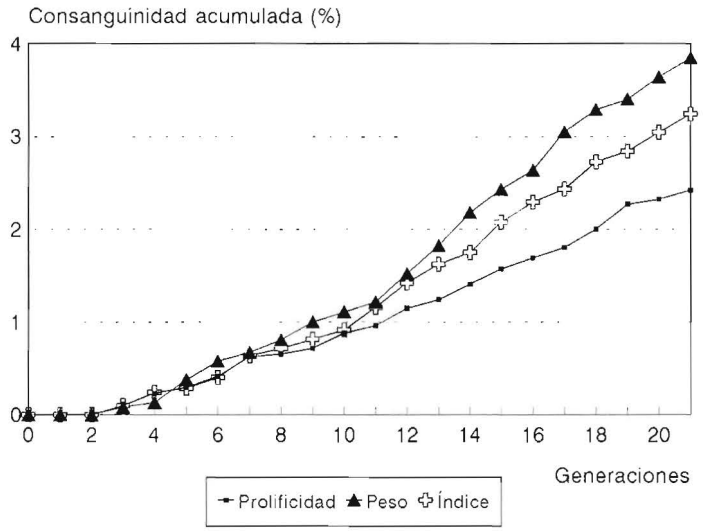


Figura 9. Evolución de la consanguinidad media por generación, según el criterio de selección

consanguinidad, mientras que la selección por la prolificidad es la que menos la aumenta, teniendo la selección por índice un valor intermedio. Esto es puramente un efecto de la precisión de la predicción de los valores aditivos base de la selección (HAGGER, 1991; QUINTON *et al.*, 1992; WRAY y GODDARD, 1994). Cuando se usa el peso solo, al tener una heredabilidad alta, las predicciones son más precisas y cada vez se eligen animales más emparentados. Teniendo la prolificidad una heredabilidad más baja, es la que menos aumenta la consanguinidad. El índice tendría un valor intermedio entre los dos casos anteriores. Esto confirma las recomendaciones hechas en el apartado anterior, ya que los aumentos de consanguinidad que acompañan la selección por prolificidad sola o por índice son los más bajos. Esto es un hecho importante a tener en cuenta, ya que como bien se sabe, la consanguinidad tiene efectos negativos tanto sobre la media de la producción como la varianza aditiva. Efectivamente, la reducción de la consanguinidad acumulada aliviaría la depresión que pudieran sufrir las producciones de los animales. Además, se podría seleccionar durante más tiempo (con más generaciones) al haber más varianza aditiva.

En definitiva, si los ganaderos piensan restringir la venta de sus corderos al mercado tradicional de la Segureña, el criterio de seleción debe basarse en los valores aditivos de la prolificidad sola; ya que esto conduciría a una mayor mejora de la productividad, aumentando el número de corderos por oveja y parto, sin comprometer el valor comercial de la canal. Si por otro lado, los ganaderos desean introducirse en otros mercados, problabemente con mayor demanda, se debe usar un índice de selección que incluya los valores aditivos de la prolificidad y del peso al destete, con la previsión de cambiarlo a largo plazo a un criterio basado en el peso solo.

No obstante, para concretar más y definir los criterios de selección de forma definitiva, sería necesario conocer los efectos de depresión por consanguinidad sobre los caracteres estudiados, para poder hacer propuestas más acordes a las condiciones reales de producción de ovino Segureño, incluyendo, si procede, restricciones sobre los niveles de consanguinidad por apareamientos, durante la selección de los candidatos para mejorar la raza. Por otro lado, debido a que los datos base de este estudio pertenecen a una rebaño experimental donde las condiciones de manejo son mejores que las muchos rebaños comerciales en la zona, se impone una contrastación del buen funcionamiento del esquema de selección en las propias ganaderías. Esto quiere decir que el esquema de selección, puede comenzar basándose en los resultados obtenidos en el presente estudio, con la reserva de comprobar su buena marcha, llevando a cabo un estudio exhaustivo de las tendencias genéticas dentro de unas 9 generaciones, lo que corresponde a unos 6 años de funcionamiento.

Referencias

CRUZ, J.M. 1988. "Propuesta de una metodología para la recogida de información y la generación de estrategias de actuación en el sector ovino Segureño andaluz". *Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.T.S.I. Agrónomos*, Universidad de Córdoba.

DE BOER, I.J.M.; HOESCHELE, I. 1993. "Genetic evaluation methods for populations with dominance and inbreeding". *Theor. Appl. Genet.* 86: 245-258.

FALAGÁN, A. 1992. "El cordero Segureño: crecimiento y características carniceras". Producción de Ovino Segureño. *Ovis* 20: 63-70.

FALAGÁN, A.; HERNÁNDEZ, J.M. 1992. "Caracterización productiva y sistemas de producción". Producción de Ovino Segureño. *Ovis* 20: 9-22.

FALCONER, D.S. 1981. "Introduction to quantitative genetics". *Longman*. 2nd edition. New York. USA.

FOULLEY, J.L.; CHEVALET, C. 1981. "Méthode de prise en compte de la consanguinité dans un modèle simple de simulación de performances". *Ann. Génét. Sél. Anim.* 13: 189-196.

GIANOLA, D. 1979. "Heritability of polychotomous characters". *Genetics* 98: 1051-1055.

HAGGER, C. 1991. "Effect of selection on phenotype, on index or on breeding values on expected response, genetic relationship and accuracy of breeding values in an experiment". *J. Anim. Breed. Genet.* 108:102.110.

ITOH, Y. 1991. "Changes in genetic correlations by index selection". *Genet. Sel. Evol.* 23: 301-308.

JURADO, J.J. 1989. "Paquete de programas para la valoración genética de los animales". Departamento de Genética Quantitativa. *INIA*. Madrid.

JURADO, J.J.; IBAÑEZ, V. 1982. "Simulación genética en computador". Vol. III: Teoría de la simulación genética en computador. *Monografías de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos*. Núm. 83. Universidad Politécnica de Madrid.

KELLER, D.S.; GEARHEART, W.W; SMITH, C. 1989. "A comparison of factors reducing selection response in closed nucleus breeding schemes". *J. Anim. Sci.* 68: 1553-1561.

KLIEVE, H.M.; KINGHORN, B.P.; BARWICK, S.A. 1994. "The joint regulation of genetic gain and inbreeding under selection". *J. Anim. Breed. Genet.* 111: 81-88.

LEICH, H.W.; SMITH, C.; BURNSIDE, E.B.; QUINTON, M. 1993. "Genetic response and inbreeding with different selection methods and mating for nucleus breeding programs of dairy cattle". *J. Dairy Sci.* 77: 1702-1718.

PRESS, W.H.; FLANNERY, B.P.; TEUKOLSKY, S.A.; VETTERLING, W.T. 1986. "Numerical Recipes. The art of Scientific computing". *Cambridge University* Press. New York. USA.

QUINTON, M.;, SMITH, C.; GODDARD, M.E. 1992. "Comparison of selection methods at the same level of inbreeding". *J. Anim. Sci.* 70: 1060-1067.

ROEHE, R.; KENNEDY, B.W. 1993. "Efficiency of an approximate animal model for maternal and direct genetic effect of litter size in swine". *J. Anim. Sci.* 71: 3251-3260.

ROEHE, R.; KRIETER, J.; KALM, E. 1993. "Influence of different selection strategies on selection response and inbreeding using an animal model in a closed Swine nucleus herd". *J. Anim. Breed. Genet.* 110:114-125.

SCHAEFFER, L.R. 1988." Animal breeding". Curso de Producción Animal. I. A. M. Zaragoza.

SORENSEN, D.A.; KENNEDY, B.W. 1984a. "Estimation of response to selection using least-squares and mixed model methodology". J. ANIM. SCI. 58: 1097-1106.

SORENSEN, D.A., KENNEDY B.W. 1984b. "Estimation of genetic variances from unselected and selected population". *J. Anim. Sci.* 59: 1213-1223.

STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E.A.; MÄKI-TANILA, A. 1993. "Change in genetic correlation due to selection using animal model evaluation". *J. Anim. Breed. Genet.* 110: 412-422.

TORO, M.A.; JURADO, J.J. 1986. "The selection for prolificacy in Spanish sheep breeds". *US-Spain Joint Seminar on Sheep Breeding*. Zaragoza. Spain. 76-106.

UIMARI, P.; MÄKI-TANILA, A. 1992. "Accuracy of genetic evaluations in dominnce genetic models allowing for inbreeding". *J. Anim. Breed. Genet.* 109: 401-407.

VAN WYK, J.B.; ERASMUS, G.J.; OLIVIER, J.J. 1994. "Variance components estimates and response to selection on the BLUP of breeding values in Merino sheep". Proc. 5th Wld Cong. *Genet. Appl. Livest. Prod.* 18: 31-34.

WRAY, N.R.;, GODDARD, M.E. 1994. "Increasing long-term response to selección". *Genet. Sel. Evol.* 26: 431-451.

WRIGHT, S. 1934. "An analysis of variability in number of digits in an inbreed strain of guinea pigs". *Genetics*. 19: 506-536.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 75-91

PRINCIPALES ASPECTOS DEL PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DE LA RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES

J. Cañon*
J.P. Gutierrez*
S. Dunner*
P. García-Atance*
F. Goyache**
A. Villa***
L. Alonso***

* Unidad de Genética y Mejora
Facultad de Veterinaria. 28040 Madrid
** Dirección Regional de Ganadería
Consejería de Agricultura. Oviedo

*** ASEAVA
Polígono de Asipo. Calle B, parcela 51-4
Cayes. Asturias

RESUMEN

El programa de mejora genética de la raza Asturiana de los valles se basa en la selección que se puede llevar a cabo a través de la información que proporcionan las 7.000 vacas que actualmente se incluyen en el programa de control de rendimiento y que permite recoger los valores fenotípicos de una serie de caracteres de importancia económica (peso al nacimiento y destete, dificultad al parto y puntuación cular al nacimiento y destete de sus terneros, caracteres morfológicos y de conformación tanto del ternero como de la vaca), así como en la selección individual que anualmente se realiza entre los mejores 120 toros para su utilización mediante I.A. Las evaluaciones genéticas para los principales caracteres productivos se lleva a cabo mediante un modelo mixto y los valores de las componentes de varianza que se utilizan en dicho modelo son los estimados en la propia población. La importancia de la hipertrofia muscular en esta población nos ha llevado a dedicar especiales esfuerzos, tanto en lo que respecta al comportamiento de los caracteres productivos en los animales que manifiestan la hipertrofia muscular, como lo relacionado con la localización del gen. Mediante un análisis de ligamiento clásico hemos podido comprobar la estrecha relación entre una serie de marcadores moleculares y el hipotético gen responsable de la hipertrofia que asignamos al cromosoma 2 y está situado a una distancia de 3,1 cM del marcador TGLA44. Análisis de cartografiado fino aprovechando la posibilidad de utilizar la estrategia de identidad por descendencia al poder disponer de pedigrís de razas diferentes donde está segregando este gen nos permitirá seguir avanzando en su localización definitiva.

Palabras clave: Vacuno de carne, Mejora genética, Parámetros genéticos, Análisis de ligamiento.

SUMMARY

MAIN ASPECTS OF THE ASTURIANA DE LOS VALLES BREEDING PROGRAM

Control of performances in Asturiana de los Valles beef cattle breed involves, at present, calvings from 7,000 cows where traits as birth and weaning weight, calving difficulty and double muscling scoring are registered as well as morphological and conformation traits. Breeding program is based on this performance control and on the yearly selection carried out over 120 bulls to the artificial insemination center. Genetic evaluations are performed using the mixed model methodology taking into account the variance components obtained with the same model in the same population. Efforts are managed to study the muscular hypertrophy gene because its importance has greatly increased in this population. We have proved by a classical linkage analysis a close relationship between *muscular hypertrophy* gene and the chromosome 2 microsatellite markers with a maximum lodscore at 3,1 cM on the telomeric side of TGLA44. Definitive location will be possible throught the identity by descent mapping strategy assuming that a set of breeds share a common ancestral mutation to exploit fine-map gene.

Key words: Beef cattle, Breeding program, Genetic parameters, Analysis of linkage.

Introducción

Las características del programa de mejora de la raza Asturiana de los Valles tiene, como no podría ser de otra manera, muchos de los elementos comunes a todos los programas de razas bovinas de carne en el mundo: varios caracteres implicados con relaciones genéticas opuestas; segmentación de la industria, por lo tanto de objetivos, y, por ello, ausencia de aceptación de un objetivo y de un criterio de selección generales.

Es importante reconocer que el objetivo es especialmente sensible a la estructura de costes e ingresos y estos son radicalmente distintos entre los diferentes sistemas de producción de esta raza. Así, por ejemplo, los costes de alimentación fluctúan entre un 30 % en el *sistema puertos* (Somiedo) y un 62 % en el sistema de *semiestabulación regular* (Cangas del Narcea o Allande), mientras que, por ejemplo, la principal fuente de ingresos en el *sistema puertos* es consecuencia de venta de animales para vida, lo que representa casi un 55 % de los ingresos totales, en el sistema de *semiestabulación regular*, esta fuente representa sólo el 18 %, siendo los ingresos por venta de carne la fuente que representa el mayor porcentaje con un 52 %. En ambos sistemas los ingresos por subvenciones representan un porcentaje similar del 15 % (datos sin publicar tomados de RODRÍGUEZ y ALFAGEME, 1996).

El objetivo simplificado en esta raza se establece como el mérito genético directo para un único carácter: *velocidad de crecimiento*. Sin embargo, se proporciona al ganadero, que es en último lugar el elemento que decide la selección, información sobre méritos genéticos para otros caracteres de crecimiento, de reproducción y morfológicos como: 1) los caracteres recogidos en campo: peso al nacimiento, velocidad de crecimiento predestete, dificultad al parto, edad al primer parto, intervalo entre partos, porcentaje de cularidad, conformación; 2) los que se basan en información recogida en

un Centro de Selección Individual: velocidad de crecimiento postdestete, desarrollo muscular o diametro testicular.

El impacto de un programa de mejora y, por lo tanto, su justificación depende de dos factores: diferencial genético anual que se logre y, número de animales que son afectados, es decir, de las dimensiones del estrato de selección y de la posibilidad de utilización de técnicas de reproducción asistida que puedan difundir el diferencial genético a un gran número de animales. Las dimensiones de este programa, de una forma resumida, está limitado por la población base, objeto potencial del uso del diferencial genético logrado en el núcleo de selección, y por las dimensiones del núcleo de selección. La población base está constituida por unas 70.000 vacas, que pueden ser incluidas en lo que se denominaría raza pura más otras 15.000 vacas con diversos porcentajes de genes de otras razas en su genoma, pero que utilizan reproductores de raza Asturiana para tender hacia su estándar racial. La población sometida a selección está constituida por 7.000 vacas organizadas en núcleos de rendimiento (27 en la actualidad) que proporciona unos 120 toros para valoración individual en estación por año.

N° total de vacas	70.000
Vacas en el Estrato de Mejora	7.000
Toros en Selección Individual	120
% I.A en Estrato de Mejora	20

Después de 4-5 años, durante los que se ha puesto en funcionamiento la organización de los núcleos de control de rendimientos, se han analizado los diferentes caracteres recogidos, tanto en campo como en el Centro de Selección Individual, se han desarrollado los programas de clasificación genética y se ha mostrado al ganadero cómo puede ser utilizada la información sobre méritos genéticos, estamos diseñando el esquema de selección que permita, de la forma más controlada posible, la reposición de vacas y toros de manera que se logre el mayor avance genético en el sentido deseado (DUNNER *et al.*, 1993; CAÑON *et al.*, 1994; GOYACHE *et al.*, 1995a y 1995b; CAÑÓN *et al.*, 1996a y 1996b; GOYACHE *et al.*, 1996a y 1996b; GUTIERREZ *et al.*, 1995; GUTIERREZ *et al.*, 1996; GUTIERREZ y CAÑÓN, enviado a publicar).

Hasta este año ASEAVA no disponía de los fondos necesarios para 'obligar' al ganadero propietario de un ternero de interés a que se integrara en el programa. A partir de este año la situación se modifica, ASEAVA puede adquirir los animales que interesen por su velocidad de crecimiento hasta el destete. Los mejores (5-10) por velocidad de crecimiento durante el período de estación y que superen un valor umbral predeterminado de desarrollo muscular se probarán a través de la velocidad de crecimiento predestete de su descendencia.

La prueba en el centro de selección individual se intenta acortar hasta una duración de 4 meses y registrar tan sólo crecimiento y desarrollo muscular. Este acortamiento, si finalmente se lleva a cabo, permitiría incrementar casi un 30 % el número de terneros que se prueban por año.

También está prevista la utilización de todos los toros no elegidos para I.A. del Centro de Selección Individual que superen los mínimos establecidos para calficación morfológica y desarrollo muscular, cubriendose la demanda restante con los animales mejores por crecimiento predestete de los núcleos de control de rendimientos.

Las vacas madres de sementales serán las que tengan mejores méritos genéticos para crecimiento predestete con una precisión superior a 0,6 y no estén por debajo del nivel exigido para la calificación morfológica. Para la selección de vacas madres de vacas el ganadero dispondrá de su mérito genético directo para peso al destete.

Modelos empleados en la estimación de componentes de varianza y en la evaluación genética

Los mismos modelos se emplean para estimar los componentes de varianza y evaluar genéticamente a los animales.

Para caracteres de crecimiento se ajusta un modelo animal, con efectos genéticos, directo y materno asumiendo una correlación entre ambos. Los caracteres empleados son peso al nacimiento, peso al destete y ganacia diaria predestete.

Se realizan evaluaciones para dos caracteres categóricos mediante un modelo semental en el que no se tiene en cuenta ningún tipo de influencia materna, aplicando la teoría del modelo umbral. Los caracteres que se analizan de esta manera son la dificultad de parto (4 categorías) y el porcentaje de descendientes culones (3 categorías).

Los modelos empleados se detallan a continuación.

Modelo de evaluación genética empleado para carácteres de crecimiento

$$y = Xb + Za + Wm + e$$

$$E \begin{bmatrix} y \\ b \\ a \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ b \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZA\sigma_a^2 + WA\sigma_{am} & WA\sigma_m^2 + ZA\sigma_{am} & I\sigma_e^2 \\ & A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 \\ & & A\sigma_m^2 & 0 \\ & & & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$V = ZA\sigma_a^2 + WAW'\sigma_m^2 + (ZAW' + WAZ')\sigma_{am} + I\sigma_e^2$
y vector de datos
X, Z y *W* matrices de incidencia
***b* vector de efectos fijos:**

- **Núcleo x Año**
- **Estación (3 niveles)**
- **N° parto (4 niveles, el cuarto engloba también los partos posteriores)**
- **Sexo del ternero**
- **(Peso al destete y Ganancia diaria predestete) Covariable lineal y cuadrática: edad al destete.**

***a* y *m* efectos aleatorios genéticos directo y materno respectivamente**
e residuo

Modelo de evaluación genética facilidad de parto y cularidad

$$\mathbf{y = Xb + Zs + e}$$

$$E \begin{bmatrix} y \\ b \\ s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ b \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Var \begin{bmatrix} y \\ s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZA_s\sigma_s^2 & I\sigma_c^2 \\ & A_s\sigma_s^2 & 0 \\ & & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$\mathbf{V = ZA_sZ'\sigma_a^2 + I\sigma_e^2}$

y vector de valores de la variable subyacente
***X* y Z matrices de incidencia**
***b* vector de efectos fijos:**
- **Núcleo x Año**
- **Estación (3 niveles)**
- **Nº parto**
- **Sexo del ternero**

***s* semental**
***e* residuo**

En la tabla 1 que se presenta en la siguiente página se resume la información disponible para los caracteres de crecimiento a fecha 1 de enero de 1996, datos que han sido utilizados en la última valoración.

Los valores que aparecen en esta tabla 2 han sido obtenidos mediante modelos univariados para cada uno de los caracteres y son los empleados en la valoración.

Recientemente hemos realizado una estimación de parámetros genéticos mediante un modelo bicarácter analizando simultáneamente el peso al nacimiento y la ganancia diaria predestete con los mismos modelos univariables anteriormente expuestos a excepción de la covarianza entre efectos genéticos directos y maternos para un mismo carácter, aunque la inclusión de esta componente está en preparación y será próximamente analizada, dada la importancia que parece tener en los caracteres medidos al destete. El número de registros empleado fue de 14.078 de los cuáles 8.980 presentaban valores en ambos caracteres, 4.368 sólo tenían el peso al nacimiento y 730 presentaban únicamente la ganancia diaria predestete.

Los resultados de heredabilidades y correlaciones genéticas obtenidas para ambos efectos fueron las siguientes (en negrita el valor de las correlaciones genéticas:

	PN	VC
Directo	0,3669	**0,2446**
		0,3904
Materno	0,1076	**-0,1214**
		0,0129

TABLA 1
DATOS EMPLEADOS EN LA VALORACIÓN DEL AÑO 1996

	PN	PD	VC
N° de animales	**20.250**	**15.382**	**15.380**
* con registro	**13.347**	**9.578**	**9.577**
* Padres	852	777	776
* Madres	6.643	5.451	5.451
- con registro y descendientes	**591**	**430**	**430**
* Toros	87	84	84
* Vacas	504	346	346
Efectos Ambientales:			
- Grupo-año	216	218	218
- Epoca parto	3	3	
- Número de parto	4	4	
- Sexo ternero	2	2	
- Edad destete (covariable orden 2)		$\mu = 191$	$\sigma = 52,5$

La información genealógica junto con el número de datos estadísticos sencillos y disponibles en la valoración, se resume, asimismo, en las siguientes tablas:

	N° total animales	N° animales base	Resto animales
Peso nacimiento	20.250	4.373	15.877
Peso destete	15.382	3.568	11.814
Veloc. crecim. (g./día)	15.380	3.569	11.811
Dific. al parto	800 (machos)	117	683
Porcentaje de culones	807 (machos)	116	691

	N° terneros	Media	Desviac. Típica	Coef. Var.
Peso nacimiento	13.347	41,7	7,8	18,7
Peso destete	9.578	223,3	58,4	26,1
Veloc.crecim.(g./día)	9.577	986,0	251,0	25,5
Dific. al parto	15.416	–	–	–
% de culones	15.715	–	–	–

TABLA 2
PARÁMETROS GENÉTICOS OBTENIDOS MEDIANTE MODELOS UNICARÁCTER Y EMPLEADOS EN LA VALORACIÓN

	$h^2_a \pm$ E.S.	$h^2_m \pm$ E.S.	$h_{am} \pm$ E.S.	r_{am}
Peso nacimiento	0,34 ± 0,04	0,16 ± 0,03	-0,05 ± 0,03	-0,21
Peso Destete	0,55 ± 0,09	0,22 ± 0,07	-0,22± 0,07	-0,62
Veloc. Crecim.	0,49 ± 0,09	0,29 ± 0,07	-0,28 ± 0,07	-0,76
Dificultad de parto	0,48			
% de culones	0,50			

Llama la atención la correlación genética positiva para el efecto genético directo que contrasta con la negativa para el efecto genético materno, pero dado que se trata de un modelo incompleto este resultado debe tomarse como provisional.

Determinación genética de la cularidad y su influencia sobre los principales caracteres

Localización molecular del gen responsable

Si bien desde hace mucho tiempo no existe ninguna duda sobre la determinación genética de lo que se denomina hipertrofia muscular hereditaria, la forma precisa de herencia ha sido confusa, existiendo hipótesis monogénicas, con recesividad o dominancia parciales o completas, e hipótesis poligénica (HANSET y MICHAUX, 1985a, 1985b y revisión de ARTHUR, 1995).

Recientemente el locus *mh* ha sido asignado al cromosoma 2 mediante análisis de ligamiento en la raza Azul Belga (CHARLIER *et al.*, 1995) y otro trabajo (DUNNER *et al.*, 1996) muestra que este carácter en la raza Asturiana de los Valles es también consecuencia del mismo gen recesivo asignado a un locus del cromosoma 2. Este trabajo que demuestra, mediante análisis de ligamiento, una posición similar en ambas razas del locus *mh,* justificaría la idea de que el mismo gen es el responsable de los mismos comportamientos fenotípicos en ambas razas.

Aunque la evidencia de que se trata del mismo gen es fuerte, no existe el mismo grado de evidencia sobre si es la misma mutación la responsable de los mismos efectos en ambas razas. El fenotipo culón está asociado a diferentes alelos del marcador TGLA44, el 168 en Asturiana y el 166 en Azul Belga, posiblemente indicando que la entrada de este gen en cada una de estas razas no se produjo a través de los mismos individuos. Además en la raza Asturiana, a diferencia de la Azul Belga, se manifiesta un desequilibrio de ligamiento para otros marcadores más alejados del gen *mh* , posiblemente debido a que la introducción del gen es más reciente que en la población de

Azul Belga. El análisis de ligamiento proporciona resultados significativos (valores del *lod score* superior a 3 lo que supone un nivel de significación 0,001) para los cuatro marcadores en ambas razas, es decir, existe evidencia de asociación entre los microsatélites TGLA44, ILSTS026, INRA40 y TGLA431 con el locus *mh* del cromosoma 2.

En la tabla 3 se presenta la heterocigosis para cuatro marcadores centroméricos del cromosoma 2 en función de que se trate de un cromosoma portador del gen *mh* o de un cromosoma con el elelo original +, así mismo aparecen los valores de la Chi-cuadrado para probar la hipótesis de desequilibrio de ligamiento para cada marcador.

En la figura 1 se presentan las curvas de los valores de *lod scores* (logaritmos decimales de los cocientes de verisimilitud) obtenidos mediante un análisis de ligamiento multipunto, así como el orden más probable entre los marcadores utilizados y su posición con respecto al gen *mh* (la posición relativa de los marcadores ha sido confirmada mediante IBRP (International Bovine Reference Panel)). Las distancias entre los genes se obtuvo mediante la función de Haldane a partir de las estimas de la fracción de recombinación obtenidas por máxima verosimilitud (DUNNER *et al.*, 1996). Los tres tipos de curvas corresponden a la raza Asturiana de los Valles (ALV) –que es la que presenta menores precisiones para los Z_{max} debido a la menor disponibilidad de información–, la raza Blanco Azul Belga (BBB) y la curva que se obtiene utilizando la información conjunta de las dos razas. Los valores máximos para los lod scores se obtienen en ambas razas en la proximidad del marcador TGLA44. Un análisis multipunto de desequilibrio de ligamiento, utili-

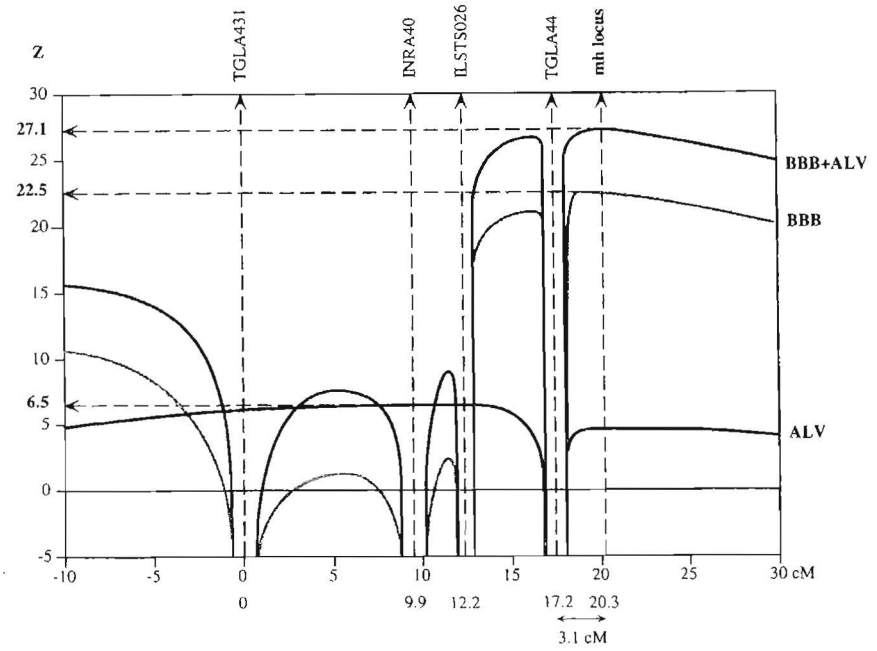


Figura 1

TABLA 3
HETEROCIGOSIS PARA 4 MARCADORES CENTROMÉRICOS DEL CROMOSOMA 2

Marcador	TGLA44		ILST026		INRA40		TGLA431	
	BBB	ALV	BBB	ALV	BBB	ALV	BBB	ALV
Cromosoma +	0,73	0,78	0,60	0,75	0.83	0,94	0,82	0,79
Cromosoma mh	0,68	0,53	0,53	0,32	0,78	0,80	0,81	0,61
Chi-Cuadrado	23	37,5	2,6	43	18,9	37,8	8,5	22,3
	(9)	(10)	(4)	(4)	(16)	(26)	(11)	(12)
$\alpha = 0,05$		*	*	NS	*	NS	NS	NS *

BBB: raza Azul Belga; ALV: raza Asturiana de los Valles

zando el procedimiento propuesto por TERWILLIGER (1995), confirmó la posición del locus putativo *mh* en la proximidad del TGLA44 en ambas razas (resultados no presentados).

Aunque estos análisis de ligamiento se han realizado más frecuentemente mediante el estudio de la cosegregación del carácter con el marcador dentro de familias (como es el análisis presentado más arriba), otra forma de detectar esta correlación es mediante el análisis de individuos, no necesariamente emparentados, a nivel de población tratando de localizar asociaciones entre determinados marcadores y el fenotipo de interés. Estos 'estudios de asociación', si no se dispone de información adicional, requieren utilizar un gran número de marcadores y carecen de suficiente potencia si el marcador está situado más allá de 1 cM del gen candidato. En nuestro caso disponemos, por un lado, de información sobre la región aproximada donde se encuentra el gen candidato y de una serie de microsatélites situados en su proximidad y, por otro, podemos trabajar con 'pooles' de ADN y marcadores tipo RAPDs con el fin de llevar a cabo un cartografiado preciso de la región próxima al locus *mh* en el cromosoma 2 (objetivo del proyecto financiado por la CICYT AGF95-0853), método ya utilizado en ratones, por ejemplo HORVAT y MEDRANO (1996), para saturar la región que rodea al locus hg (high growth).

Estamos empezando a realizar otro tipo de análisis con los datos fenotípicos, como son la estimación de la penetrancia (previa caracterización de los genotipos utilizando los marcadores conocidos) y la prevalencia. En la tabla 4 se presenta la variabilidad en la expresión de la cularidad al realizar los diferentes tipos de cruzamiento.

La frecuencia de aparición del porcentaje de culones al cruzar N x N (13) y al cruzar DM x N y N x DM (33 y 32) podría ajustarse a la hipótesis de un locus y dos

TABLA 4
FRECUENCIA DE TERNEROS NORMALES O CULONES OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE CRUZAMIENTO

	Normal	DM
DM x DM	38	62
N x N	87	13
DM x N	67	33
N x DM	68	32

alelos en el que el alelo *mh,* responsable de la hipertrofia muscular, se comportara como recesivo frente al alelo normal y la frecuencia de animales fenotípicamente normales y genotípocamente heterocigotos fuera del 66 %. Asumiendo esta hipótesis se puede analizar la segregación de las vacas supuestamente heterocigotas con dos o más descendientes y ver si el número de hijos normales y culones sigue una distribución binomial bajo la hipótesis de un gen con dos alelos.

Comparación entre animales culones y normales para caracteres económicos

A pesar de las ventajas productivas de los animales con fenotipo culón, sobre todo las relacionadas con rendimiento y calidad de la canal y, eficiencia en la transformación de alimentos, algunos de los problemas asociados a este fenotipo han dado lugar a manifestaciones contradictorias sobre su ventaja relativa. Desde nuestro punto de vista no se puede generalizar sobre la ventaja relativa de la presencia de este gen al depender básicamente del sistema de producción y del diferencial de precio que se pague por la canal de estos animales. El caso del Principado de Asturias puede ser especialmente favorable para que se produzca una difusión grande de este gen, al tener sistemas de explotación intensiva desde el punto de vista de la mano de obra y al pagarse un sobreprecio por las canales de los animales culones, entre un 30 y un 45 % superior al de los animales normales, con la ventaja adicional de que la demanda de animales culones es menos elástica y sufre menos las fluctuaciones de los precios.

Una de las críticas más frecuentes a la utilización del gen de la hipertrofia muscular, además de los argumentos de rentabilidad, tiene su base en conceptos relacionados con el bienestar animal. El elevado porcentaje de partos difíciles y cesáreas que se producen en algunos sistemas de manejo y algunas razas europeas o americanas es la base de esas críticas. En la raza asturiana de los valles no existe esa extrema frecuencia de partos difíciles tal y como se puede apreciar en las tablas 5, 6 y 8.

El tipo de vaca no tiene una influencia significativa sobre la distocia, contrariamente a lo que se ha repetido muchas veces, y las vacas culonas presentan sólo un porcentaje de distocia 1,3 puntos superior a las vacas normales (Tabla 6). Son éstas, las vacas normales, las que presentan el mayor porcentaje de distocia (21,4) cuando paren

TABLA 5
FRECUENCIA (EN %) DE DIFICULTAD AL PARTO
(CATEGORÍAS DE RESPUESTA 3 Y 4) DE TERNEROS NORMALES Y CULONES
EN FUNCIÓN SEL SEXO DEL TERNERO

Tipo de ternero	DM	Normal	Media	N
Sexo del ternero				
Macho	21,6	2,8	11,8	5.185
Hembra	12,8	1,	6,0	4.671
Media	17,7	2,4		
N	4.487	5.369		9.856

TABLA 6
FRECUENCIA (EN %) DE DIFICULTAD AL PARTO (CATEGORÍAS 3 Y 4) EN VACAS NORMALES Y CULONES EN FUNCIÓN DEL TIPO DEL TERNERO

Tipo de vaca	DM	Normal	Media	N
Tipo de Ternero				
DM	12,1	21,4	17,7	3.831
Normal	1,0	2,5	2,4	5.082
Media	10,1	8,8		
N	1.307	7.606		8.913

TABLA 7
PESO AL NACIMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE LA VACA Y DEL TIPO DE TERNERO

	Tipo de vaca	DM	Normal	Media
Tipo de ternero	DM	41,3	44,5	43,5
	Normal	36,6	39,8	39,7
	Media	40,5[a]	41,4[b]	

Tipo de ternero			
DM		Normal	
Macho	Hembra	Macho	Hembra
44,9[a]	42,0[b]	40,7[c]	38,5[d]
Media	43,5[a]	39,7[b]	

Errores estándares de las medias varían entre 0,08 y 0,18
Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas para un valor de $\alpha = 0,01$

un ternero culón, seguramente debido a los mayores valores que para el peso al nacimiento tienen sus terneros 44,5 *vs* 41,3 kg. (ARTHUR *et al.*, 1988). No aparecen interacciones para dificultad al parto entre el tipo de la vaca y otros efectos principales, considerados en el modelo como el sexo, tipo de ternero o número de parto de la vaca. Sin embargo, para peso al nacimento existe una clara interacción (GOYACHE, 1995) (datos no presentados en este texto) entre el tipo de vaca y el tipo del ternero.

En la tabla 8 los valores de las diferencias entre DMxDM y NxN reflejan las diferencias debidas al conjunto de los efectos directos y maternos entre los animales culones y los animales normales. Los animales culones daban un mayor porcentaje de dificultad al parto (categorías 3 y 4) asi como un mayor crecimiento predestete que los animales normales. Los cruzamientos recíprocos NxDM y DMxN reflejan las diferencias entre las aptitudes maternas de las vacas culonas frente a las normales con el

TABLA 8
VALORES MEDIOS SIN AJUSTAR (N = 7.701 OBSERVACIONES) DE LOS PRINCIPALES CARACTERES PRODUCTIVOS PREDESTETE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CRUZAMIENTO DE LOS PADRES (DIFICULTAD AL PARTO INCLUYE LAS CATEGORÍAS 3 Y 4)

	Tipo de apareamiento					
	DMxDM	DMxN	NxN	NxDM	Diferencia	Diferencia
Dificultad al parto %	10,2	8,7	8,4	8,1	21	- 6,9
PN	40,6	41,7	40,3	38,3	0,5	- 8,2
PD	215	223	218	219	-1	- 1,8
PD180	209	219	205	221	2	+1,0
GMD	936	986	915	1.011	2	+2,5
CR	90,9	92,7	88,6	99,8	2,6	+7,7
Porcentaje de machos	48,7	49,9	49,3	47,7	-1,2	- 4,4

[a]: (DMxDM - NxN)/NxN en porcentaje
[b]: (NxDM - DMxN)/DMxN en porcentaje
PN: Peso al nacimiento; PD: Peso al destete sin ajustar para la edad; PD_{180}: Peso al destete ajustado a 180 días de edad; GMD: Ganancia media diaria predestete en g./día; CR: Crecimiento Relativo $((\ln(pd/pn))/edad)*10^4$

sorprendente resultado de que las hembras culonas tienen un menor porcentaje de partos difíciles y una mayor habilidad maternal para el crecimiento de sus terneros. Los mayores valores del crecimiento relativo (ganancia diaria por unidad de peso al nacimiento) cuando se utilizan vacas culonas se justificaría por dos vías, el menor peso al nacimiento de los terneros de estas vacas (-8,2 %) junto con la mayor ganancia media diaria (2,5 %) de los terneros de vacas culonas. Resulta también curioso en la tabla 8 el porcentaje de machos que aparece siempre reducido cuando se compara DMxDM con NxN o NxDM con DMxN contrariamente a lo que se suele citar.

El tipo de vaca influye significativamente en el peso al nacimiento pero, contrariamente a lo que aparece en la bibliografía (Vissac *et al.*, 1973), las vacas normales producen terneros más pesados que las vacas culonas seguramente causado por el inferior tamaño y peso adulto de estas últimas.

No existe una evidente superioridad para el crecimiento predestete de los terneros culones y, aunque pequeña, sí aparece una diferencia significativa de las vacas normales que destetan terneros más pesados cuando el semental que se utiliza en ambos casos manifiesta hipertrofia muscular.

El intervalo entre partos en esta raza se ve influido fundalmentalmente por el sistema de explotación y por el número de parto de la vaca y de forma menos evidente por el tipo de vaca. Tan sólo cuando un parto se resuelva mediante cesárea se produce un significativo alargamiento del intervalo entre partos. Las vacas culonas alargan el intervalo entre partos en 10 días y los terne-

TABLA 9
CARACTERES DE CRECIMIENTO PREDESTETE EN ANIMALES CULONES Y NORMALES

	Tipo de madre		Tipo de ternero	
	Normal	DM	Normal	DM
PD	220[a]	211[b]	219[a]	216[b]
PD180	218[a]	216[b]	217[a]	217[a]
GMD	983[a]	945[b]	982a	961[b]
CR	92,9[a]	92,2[a]	94,5[a]	90,2[b]

a: Las pequeñas diferencias que pueden apreciarse entre los resultados de la tabla 8 y los de la tabla 9 son debidos a que en la tabla 9 se utilizó una base de datos más reducida, al perder información por el modelo que se ajusto
PD: Peso al destete sin ajustar para la edad; PD180: Peso al destete ajustado a 180 días de edad;
GMD: Ganancia media diaria predestete en g./día; CR: Crecimiento Relativo ((ln(pd/pn))/edad)*10^4

TABLA 10
INTERVALO ENTRE PARTOS (IEP) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VACA Y DEL TIPO DE TERNERO

	Tipo de madre		Tipo de ternero	
	Normal	DM	Normal	DM
IEP	375[a]	385[b]	373[a]	380[b]

ros normales producen intervalos entre partos posteriores 7 días más cortos que los terneros culones.

La edad al primer parto (Tabla 11) depende fundamentalmente del sistema de explotación, existiendo un tratamiento preferencial de las novillas culonas en los sistemas de manejo no tradicionales. Por termino medio las novillas culonas retrasan 1 mes su primer parto sobre las normales.

El conjunto de estos resultados están muy lejos de otros publicados para otras razas (ver revisión de Arthur, 1995), tanto europeas (el caso más significativo es el de la raza azul belga) como americanas (en muchas ocasiones poblaciones sintéticas constituidas por diferentes porcentajes de genes de Angus a Durham). Estas diferencias son en el sentido de una reducción de los aspectos negativos que tradicionalmente se han relacionado con la presencia de la hipertrofia muscular.

TABLA 11
EDAD AL PRIMER PARTO EN VACAS NORMALES Y CULONAS

Tipo de vaca	
Normal	DM
931 (31)[a]	969 (32)[b]

Entre paréntesis la edad en meses

Así, por ejemplo, los terneros culones nacidos de cruzamiento entre vaca y toros culones con un peso medio al nacimiento superior en la raza Asturiana en un 30 % (41 vs 31) respecto a, por ejemplo, razas americanas presentan, sin embargo, un porcentaje de dificultad al parto (categorías 3 y 4) inferiores en un 50 % (12,1 vs 26,7) a las indicadas para esas mismas poblaciones. Tampoco se observa el efecto negativo de la madre con hipertrofia sobre la dificultad al parto, presentando valores inferiores que cuando la madre es normal.

Algo similar ocurre con el retraso en la edad a la pubertad que se asigna a las vacas culonas, como una de las causas de su hipotética fertilidad reducida, por ejemplo MÉNISSIER (1982) indica para la raza Charolesa que sólo el 50 % de las novillas con hipertrofia muscular tienen el primer celo a los 30 meses de edad frente al 100 % de las novillas normales. De acuerdo con los datos de la tabla 11 los resultados en la Asturiana de los Valles presentan una imagen muy diferente al tener 32 meses de edad las novillas culonas al primer parto, es decir el primer celo fértil por término medio lo han tenido, como muy tarde, a los 22,5 meses de edad. La diferencia con novillas normales es tan sólo de 38 días en la edad al primer parto, siendo además esta diferencia atribuible principalmente al efecto del sistema de explotación al darse un tratamiento preferencial a las novillas culonas en los sistemas de manejo no tradicionales. En cuanto al intervalo entre partos, otro de los efectos que tienen un gran impacto en sistemas de producción donde la tasa reproductiva es baja, las diferencias que se aprecian entre vacas culonas que paren un ternero culón y vacas normales que paren un ternero normal es de alrededor de 10 días, valor que resulta sorprendentemente bajo.

Otra diferencia respecto a otras razas es el porcentaje de machos (cociente entre sexos) que se obtiene cuando el gen de la hipertrofia muscular está implicado. Algunos autores observan un mayor porcentaje de machos cuando la madre manifiesta la hipertrofia muscular (ARTHUR *et al.*, 1989) con independencia de que el padre sea o no portador del gen de la hipertrofia y, otros autores lo que encuentran es un mayor porcentaje de nacimientos de terneros machos que manifiestan la cularidad (HANSET, 1967). Sin embargo, con nuestros resultados no se puede rechazar la hipótesis de un cociente de sexos diferente a 1:1 ya que ni los apareamientos entre animales culones producen un porcentaje superior de machos, ni es superior el porcentaje de machos culones respecto al de hembras culonas que se obtienen de apareamientos de sementales, culones o no, con vacas culonas.

Caracteres de crecimiento postdestete

Los caracteres postdestete se han recogido de los animales que entran en el Centro de Selección Individual de Somió para ser evaluados genéticamente. Los animales entran con una edad media de 6,5 meses de edad, permanecen durante 2,4 meses en período de adaptación antes de comenzar la recogida de pesos para la valoración de crecimiento recibiendo, a partir de entonces, un concentrado de alta energía y heno y paja *ad libitum*. Los terneros se pesan a la entrada y cada mes y las medidas morfológicas se recogen aprovechando la última pesada que realizan en el Centro de Selección Individual.

Los valores medios de los principales caracteres por tipo de animal se presentan en la tabla 12.

Resulta evidente que con el sistema de manejo que se practica en el Centro de Selección Individual, con concentrado restringido en función del peso medio de la serie, los animales culones tienen un comportamiento significativamente peor que los normales en cuanto a velocidad de crecimiento. Los animales culones ponen 24 kg. menos que los normales durante los 7 meses que se pasan en el centro.

En la tabla 13 se dan los valores medios de los principales caracteres morfológicos que se miden en el Centro de Selección Individual.

Los animales culones son más cortos, bajos y estrechos de pecho.

Será necesario disponer de información adicional para contestar con precisión sobre las ventajas relativas de los animales culones. Hemos comenzado la comparación del comportamiento, en condiciones experimentales, tanto del crecimiento predestete, crecimiento postdestete y características de

TABLA 12
VALORES MEDIOS DE LOS CARACTERES DE CRECIMIENTO POSTDESTETE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERNERO

	Normal	Culón
Peso de entrada	265	256 NS
Peso al comienzo de la prueba	337	320 *
Peso final	509	475 *
Edad a la entrada	203	204 NS
Duración del:		
* período de adaptación	73	72 *
* período de prueba	141	139 NS
Crecimiento adaptación	991	896 *
Crecimiento prueba	1.213	1.106 *
Crecimiento relativoa	30,5	29,3

a: Crecimiento relativo = (ln(peso final/peso entrada)/duración testaje)*104

TABLA 13
VALORES MEDIOS DE LOS CARACTERES MORFOLÓGICOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERNERO

	Normal	Culón
Alzada	122	120 *
Longitud	149	144 *
Anchura de ancas	51	52 NS
Profundidad de pecho	61	59 *
Perímtero torácico	181	179 *
Calificación morfológica	72	74 *
Puntuación cular	3,7	11,9 *
Diametro escrotal	35	32 *

los animales al sacrificio, calidad de canal y de carne de lotes de animales culones, normales, frisones y F1 culón x frisón. Estos datos, junto con el dato de mortalidad perinatal y el coste relativo de cada tipo de animales proporcionará dicha información. Para entonces estará más claro el poder de los marcadores para detectar la presencia del gen culón lo cual permitirá racionalizar cualquier gestión relacionada con la presencia de este gen.

Conclusión

Existen marcadas diferencias en el comportamiento de la mayoría de los caracteres productivos entre los animales que manifiestan la hipertrofia muscular de la raza Asturiana de los Valles y los de otras razas europeas o americanas. La mayoría de las diferencias son en el sentido favorable a aquella raza. Es necesario analizar con mayor detenimiento estos datos, pero sería convienente señalar, primero, que el número de observaciones con las que hemos trabajado es elevado y, en segundo lugar, que aunque puede existir la tentación de justificar algunos resultados por una deficiente asignación fenotípica de la cularidad, los resultados que se han obtenido en el análisis de ligamiento parecen demostrar que no existe mucho error en la detección de los animales portadores del gen de la cularidad, ya que con un número relativamente reducido se han conseguido valores de ligamiento significativos (se ha descartado que este ligamiento fuera fruto de un mal muestreo).

Si los resultados que aquí se presentan tienen confirmación posterior en términos generales, aumentaría el interés relativo de los animales portadores del gen de la cularidad que sería muy superior al que a veces se ha asignado de una forma general para otras razas por algunos investigadores. El problema del bienestar animal que a veces se ha invocado por el incremento del número de cesáreas que en algunas razas manifiestan las hembras con doble musculatura no parece que sea algo que deba asignarse al efecto del gen de la hipertrofia muscular sino a la selección para un determinado desarrollo muscular en esas razas o a una interacción del efecto raza con el gen de la hipertrofia. El efecto sobre el incremento en la frecuencia de distocias que se puede asignar a algunas de las razas europeas de carne cuando se utilizan en cruzamiento industrial sobre algunas de las razas autóctonas españolas podría ser superior al que se puede asignar al gen responsable de la cularidad.

Bibliografía

ARTHUR, P.F.; MAKARECHIAN, M. y PRICE, M.A. 1988. "Incidence of dystocia and perinatal calf mortality resulting from reciprocal crossing of double-muscled and normal cattle". *Can. Veter. J.*, 29: 163-167.

ARTHUR, P.F., 1995. "Double muscling in cattle: a review". *Aust. J. Agric. Res.*, 46: 1493-1515.

CAÑON, J.; GUTIERREZ, J.P.; DUNNER, S.; GOYACHE, F.; VALLEJO, M., 1994. "Herdbook analyses of the Asturiana Beef Cattle breeds". *Genetics, Selection and Evolution*, 26:65-75.

CAÑON, J.; GOYACHE, F.; GUTIERREZ, J.P.; DUNNER, S. 1996a. "Objetivos y esquema de mejora genética en la raza asturiana de los valles". En: *El programa de Mejora Genética de la Raza Asturiana de los Valles*. BOVIS, 68: 25-38.

CAÑON, J.; GUTIERREZ, J.P.; DUNNER, S.; GOYACHE, F.; VALLEJO, M., 1996b. "Estructura genética de la población de asturiana de los valles". En: *El programa de Mejora Genética de la Raza Asturiana de los Valles*. BOVIS, 68: 39-43.

CHARLIER, C.; COPPIETERS, W.; FARNIR, F.; GROBET, L.; LEROY, P.L.; MICHAUX, C.; MINI, M.; SCHWERS, A.; VANMANSHOVEN, P.; HANSET, R.; GEORGES, M.

1995. "The mh gene causing double-muscling in cattle maps to bovine Chromosome 2". *Mamm. Genome,* 6: 788-792.

DUNNER, S.; ALONSO, L.; GOYACHE, F.; CIMA, M.; CAÑON, J.; GUTIERREZ, J.P. 1993. La race bovine de viande Asturienne des Vallées. Animal Genetic Ressources Information (AGRI) 11: 75-84.

DUNNER, S.; CHARLIER, C.; BROUWERS, B.; CANON, J., GEORGES, M. 1996. "Double-muscling in the Asturiana de los Valles breed involves the same mh locus as in the Belgian Blue breed". *XXVth International Conference on Animal Genetic.* Tours (Francia). 21-25 Julio.

GOYACHE, F.; GUTIERREZ, J.P.; DUNNER, D.; CAÑON, J. 1995a. "Principales efectos ambientales que influyen sobre el intervalo entre partos de la Asturiana de los Valles". *Archivos de Zootecnia,* 44: 317-334.

GOYACHE, F.; VILLA, A.; CAÑON, J.; GUTIERREZ, J.P.; DUNNER, S.; RODRÍGUEZ, A.A. 1995b. "Organización de los programas de mejora en la raza Asturiana de los Valles". En: *Reproducción en Porcino, Bovino. Pequeños Rumiantes, Otras especies.* Vol. XIV. Ed. CGCVE. Pgs.: 151-170.

GOYACHE, F.; VILLA, A.; DUNNER, S.; GUTIERREZ, J.P.; ALONSO, L.; VALLEJO, M.; CAÑON, J. 1996a. "Importancia de la hipertrofia muscular hereditaria en la raza asturiana de los valles". En: *El programa de Mejora Genética de la Raza Asturiana de los Valles.* BOVIS, 68: 45-61.

GOYACHE, F.; GUTIERREZ, J.P.; CAÑON, J. 1996b. "Influencia de los efectos ambientales sobre los caracteres de importancia económica". En: *El programa de Mejora Genética de la Raza Asturiana de los Valles.* BOVIS, 68: 63-69

GUTIERREZ, J.P.; CAÑON, J.; GOYACHE, F. 1995. "Estimación de parámetros genéticos para caracteres de crecimiento con influencia materna en la raza Asturiana de los Valles". *I.T.E.A.,* Vol. Extra, 16: 224-226.

GUTIERREZ, J.P.; GOYACHE, F.; CAÑON, J. 1996. "Principales parámetros genéticos de los caracteres de importancia económica". En: *El programa de Mejora Genética de la Raza Asturiana de los Valles.* BOVIS, 68: 71-90.

HANSET, R.; MICHAUX, C. 1985a. "On the genetic determinism of muscular hypertrophy in the Belgian White and Blue cattle breed. I Experimental data". *Génét. Sél. Evol.,* 17: 359-368.

HANSET, R.; MICHAUX, C. 1985b. "On the genetic determinism of muscular hypertrophy in the Belgian White and Blue cattle breed". *II Population data. Génét. Sél. Evol.,* 17: 369-386.

HANSET, R.; MICHAUX, C.; STASSE, A. 1987. "Relationships between growth rate, carcass composition, feed intake, feed conversion ratio and income in four biological types of cattle". *Génét. Sél. Evol.,* 19: 225-248.

HORVAT, S. y MEDRANO, J.F. 1996. "Fine genetic mapping of the region surrounding *the high growth (hg)* locus in mouse Chromosome 10: targeting random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers". *Mamm Genome,* 7: 312-314.

MENISSIER, F. 1982. "General survey of the effect of double muscling on cattle performance". En: *Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production.* Ed.: J.W.B. King y F. Ménissier. *Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science.* Martinus Nijhoff Publs. Pgs.: 23-53.

TERWILLIGER, J.D. 1995. "A powerfull likelihood method for the analysis of linkage disequilibrium between trait loci and one or more polymorphic marker loci". *Am. J. Hum. Genet.,* 56: 777-787.

VISSAC, B.; MENISSIER, F.; PERREAU, F. 1973. "Etude du caractère culard". VII Croissance et musculature des femelles, déséquilibre morphologique au vêlage. *Ann. Génét. Sél. Anim.,* 5: 23-38.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 92-106

PROGRAMA DE SELECCIÓN DEL GANADO VACUNO DE RAZA RETINTA

A. Rodero
A. Molina

Departamento de Genética
Facultad de Veterinaria
Universidad de Córdoba

RESUMEN

Después de exponerse un breve repaso histórico de la Asociación de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de Raza Retinta y de los dos seminarios que se han llevado a efecto sobre esta raza, se pasa a analizar el Esquema Nacional de Selección de la raza, en el que se incluyen los objetivos, las condiciones que han de reunir las ganaderías que participan en el Esquema, los compromisos que se adquieren, las fases del Esquema y otros beneficios que se obtendrán con su aplicación.

Otra parte del trabajo se ocupa de la organización para la recogida de la información, tanto la genealógica como la morfológica y los controles de rendimientos. A partir de la información recogida se exponen los datos de forma detallada, que actualmente existen correspondientes a los tres apartados anteriores: genealógicos, morfológicos y de rendimientos.

Los datos son analizados desde el punto de vista genético según una metodología apropiada a las tres fases de valoración: al destete en las explotaciones, individual en los Centros de Testaje y por la descendencia.

Finaliza el trabajo con alguna referencia a las líneas de investigación que se siguen en la actualidad en la búsqueda de soluciones de algunos de los problemas que la realidad de esta raza pone de manifiesto.

SUMMARY

After making a brief review of the history of the Breeders Association of the Select Retinto Cattle Breed as well as the seminars which have taken place on this breed, we go on to analyse the National Selection Plan for this breed in which we include the aims, the conditions that must be met by participating breeders, the compromises that are expected of them, the phases of the Plan and other benefits that will be gained from its application.

In another part of this paper, we deal with the organisation for information gathering, both genealogical as well as morphological and the control of the outcome. From the collected information, we show detailed data, presently available, concerning these three areas: Genealogy, Morphology and production.

The data have been analysed from a genetic point of view, following a method appropiate for the three phases of evaluation: at weaning on the farms, individually at testing centres and through descendency.

The paper sums up by referring to various research directions presently being followed in search of solutions for some of the manifest problems of this breed.

Antecedentes históricos

La producción de carne bajo condiciones ecológicas y naturales exige la utilización de razas autóctonas de gran rusticidad y fuerte adaptación al medio. Esta vuelta a los sistemas tradicionales está dando un protagonismo a razas españolas de fuerte implantación en los distintos ecosistemas propios. En este aspecto destaca la raza Retinta como máximo exponente de la explotación de la dehesa. En el Sudoeste español las aportaciones de esta raza son altamente significativas, tanto desde el punto de vista estrictamente económico como desde su repercusión social, por su explotación en zonas marginales y ecológica con el mantenimiento del equilibrio y la rentabilización de la dehesa. Hoy en día es posible contar en los mercados con productos procedente de esta raza perfectamente definidos por su origen y calidad.

La Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de Raza Retinta se constituye en 1970, incluyendo en sus orígenes ganaderos de Extremadura, Andalucía, Toledo y Ciudad Real. En el acta de constitución se señalaban como objetivos principales el velar por la pureza de la raza Retinta y promover las actuaciones conducentes a su promoción mediante la selección y mejora de su productividad y rentabilidad. Así mismo, se pretendía recabar de la Administración el carácter de Entidad Colaboradora para la gestión del libro genealógico. Por último, se buscaba colaborar y promover el estudio del Vacuno Retinto, difundiendo dichos conocimientos para mejor conocimiento de la raza. La distribución de estas ganaderías fundadoras fue la que se expone en la tabla 1:

TABLA I
DISTRIBUCIÓN POR PROVINCIAS Y COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE LAS GANADERÍAS FUNDADORAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CRIADORES DE GANADO VACUNO DE RAZA RETINTA

Provincia	Comunidad Autónoma	Ganaderías
Cádiz		55
Córdoba		25
Sevilla		55
Jaén		2
Huelva		18
	Andalucía	155
Ciudad Real		3
Toledo		1
	Castilla la Mancha	4
Cáceres		28
Badajoz		78
	Extremadura	106
Total		265

Del 2 al 5 de abril de 1973 la Asociación celebra, con la finalidad de asentar las bases científicas de los objetivos que se marcó, el I Seminario Nacional de ganado vacuno de raza Retinta en colaboración con la Facultad de Veterinaria y la entonces incipiente Universidad de Córdoba. En la década de los 70 el Dr. Guillermo López de Torre, D. Luis García Barreto y otros colaboradores inician el estudio de la raza a partir de los datos de ganaderías extremeñas. Al mismo tiempo, en Andalucía otros científicos como los Drs. Aljama, Aparicio, Jordano, etc. se ocupan del análisis, desde los diferentes puntos de vista, de las condiciones de explotación de la raza, sus características, censos, etc. Estos trabajos se han puesto de manifiesto en diferentes publicaciones, algunas de ellas libros clásicos de este ganado (MAPA 1980, ALJAMA 1982, Junta de extremadura 1993, SIA 1994).

El 24 de junio de 1988 se firma un convenio entre la Diputación de Cádiz y el Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de Córdoba para llevar a cabo el inicio de la implantación de un esquema de mejora con 9 ganaderías de la provincia gaditana. Se comienza con la organización de los controles productivos y reproductivos, la informatización de datos y la elaboración de resultados para el traslado de informes a los propios ganaderos. Al mismo tiempo este núcleo de especialistas andaluces estrecha su colaboración con los de Extremadura para realizar una actuación conjunta que se plasma en diferentes proyectos de investigación y en la coordinación y uniformización de los trabajos.

En 1991 la Asociación encarga a estos dos grupos la elaboración del esquema de selección, que se presentaría al MAPA para su aprobación. Así se hace, de forma que el esquema fue aprobado el 29 de enero de 1992 por resolución comunicada del M.A.P.A., estando la dirección técnica y la ejecución práctica del esquema a cargo de nuestro Departamento.

Entre la Asociación y el Departamento de Genética de Córdoba se firma el 18 de julio de 1994 un convenio, hoy día vigente, que pretende desarrollar el esquema aprobado. En la figura 1 presentamos de forma esquemática las instituciones implicadas en éste.

Desde 1977 se vienen celebrando en el CENSYRA de Badajoz las pruebas de valoración genético-funcional de machos retintos con un total de 22 series. A partir de 1995, al CENSYRA de Badajoz se ha sumado el Centro de testaje de Jerez de la Frontera, de modo que ambos se responsabilizan de las pruebas individuales de machos dentro del esquema de selección, pruebas que se adaptarán a las necesidades de tal esquema.

Hoy día el plan de mejora de la raza Retinta se lleva a cabo gracias a la coordinación de centros científicos como son el SIA de Badajoz y el Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de Córdoba; instituciones públicas con sus técnicos como la Diputación de Cádiz; administraciones como la central, la extremeña y la andaluza y fundamentalmente la propia Asociación, tanto en lo que se refiere a la dirección técnica como a los propios ganaderos que participan en el esquema de selección. Todas las partes entienden que "seleccionar representa para un raza una definición permanente de su porvenir para adaptar sus capacidades actuales de producción, heredadas de su utilización ancestral y de la pasada selección, a las necesidades previsibles del futuro". La eficacia de la selección para crear y transmitir el máximo de progreso genético depende a la vez de la elección de los objetivos pertinentes de selección de los reproductores que van a

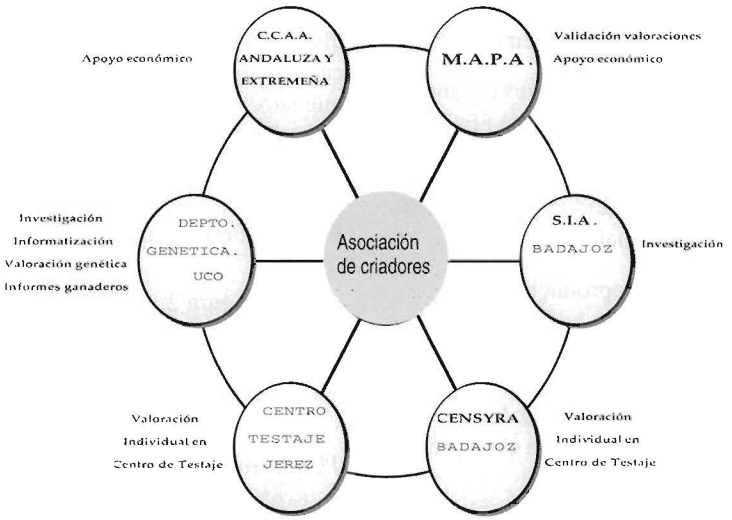


Figura 1. Instituciones implicadas en el Esquema de Selección del Vacuno de Carne de Raza Retinta

asegurar la reposición de las razas y de la puesta a punto, en un programa de conjunto, de métodos de selección adaptados y coherentes para alcanzar estos objetivos.

Por último del 6/8 de Noviembre de 1995 se realiza en la Facultad de Veterinaria de Córdoba el II Seminario Nacional sobre Raza Retinta coincidiendo con el XXV aniversario de la constitución de esta Asociación.

Esquema nacional de selección de la raza Retinta

Objetivos

Los objetivos últimos del esquema nacional se orientan a mejorar la producción de carne, la conformación de los animales y las características reproductivas, manteniendo la rusticidad y adaptación al sistema de explotación extensivo en que se desenvuelve esta raza. El proceso selectivo tiende a sostener las poblaciones existentes en pureza, pero sin olvidar el encuadre de la raza Retinta dentro de las razas maternales y el uso frecuente que se hace de ella en cruzamientos interraciales.

Son objetivos concretos los siguientes:

1. La realización de un esquema de valoración de machos en tres fases que incluye pruebas en explotaciones y en centros de selección y reproducción, tanto a nivel individual como por la descendencia. Tal esquema tenderá a favorecer la difusión, en la masa ganadera de la raza, de la mejora genética lograda en los sementales.

2. Aplicar a los resultados obtenidos en los controles, las técnicas estadísticas apropiadas que analicen los efectos de los distintos factores que influyen en las producciones, los corrijan para poder comparar los sementales en el proceso de valoración y combinen los distintos caracteres a tener en cuenta, utilizando machos de referencia en la valoración de sementales por la descendencia.

3. Verificar la ausencia de alteraciones cromosómicas en los futuros sementales.

4. La mejora del crecimiento durante el periodo anterior al destete y de la eficiencia alimenticia.

5. Mantener la rusticidad y sus características de raza maternal.

6. Mejorar la tasa reproductiva.

7. Mejorar la calidad de la canal.

Condiciones que deben reunir las ganaderías que participen en el esquema

1. Tener como mínimo 20 vacas, inscritas en Libro Genealógico de esta raza.

2. Tener condiciones de explotación adecuadas.

3. Presentar garantía sanitaria oficial.

4. Estar la ganadería saneada o en proceso de saneamiento oficial.

Compromisos que se adquieren al aceptar la participación en el esquema

1. Aceptar las directrices del esquema referente a apareamientos y pruebas de descendencia.

2. Realizar en la ganadería los siguientes controles:

a) Identificación de los ejemplares.

b) Fecha de parto.

c) Peso de las crías lo más próximo posible al nacimiento.

d) Peso de las crías alrededor de los 4 meses.

e) Peso al destete.

3. Aceptar las normas emanadas del "Reglamento de la valoración individual en los centros de testaje", para aquellos animales que superada la 1ª fase de selección constituyan las distintas series de valoración.

Fases del esquema

En la figura 2, se puede observar gráficamente las diferentes fases del Esquema de Selección para la Raza Retinta.

1ª. Valoración al destete en las explotaciones

Se lleva a cabo en las propias ganaderías en las que se controla:

– Peso más próximo posible al nacimiento, a los 120 días y al destete.

– Indice de crecimiento

– Valor genético de la madre, obtenido por un índice de vaca (ETA), de acuerdo con el esquema.

Estos caracteres se combinan en un índice sintético que clasifica a los animales, comparando los machos y hembras dentro de cada ganadería. Los animales machos que obtienen las máximas puntuaciones en cada ganadería pasan a la 2ª fase. Por tanto esta fase es un proceso selectivo por caracteres individuales y de la ascendencia materna.

2ª. Valoración individual en el centro de testaje

Se ajusta a las mismas normas recogidas en el Reglamento del Esquema de Valoración de Sementales de Raza Retinta.

Figura 2. Fases del Esquema de Selección

Afecta a los machos y se realiza en el CENSYRA de Badajoz y en el Centro Experimental Agrícola y Ganadero de Jerez de la frontera (Cádiz), si bien se señala en el esquema la posibilidad de que esta fase se lleve a cabo en las propias explotaciones.

3ª. Prueba de descendencia en las explotaciones.

Se ha llevado a cabo una vez organizadas y completadas las dos fases anteriormente descritas y cuando las condiciones organizativas lo han permitido.

Se utiliza un modelo mixto de valoración que considerará el conjunto de factores que puede incidir en cada uno de los caracteres productivos.

Beneficios a obtener del esquema

1. De tipo productivo

El incremento de las producciones como consecuencia de la implantación del esquema, puede venir por dos vías; una producida por la respuesta genética y otra por el efecto de la mejora en el manejo, sanidad y alimentación de los animales, que lleva consigo la implantación del propio esquema de selección.

El primer incremento, lo valoramos aproximadamente en 20 Kg. de aumento de peso al destete por cada acción selectiva reducida a las dos primeras fases; es decir, antes de implantar la prueba de descendencia. La mejora en este carácter va acompañada de incremento en las otras variables que se seleccionan; entre ellas las de naturaleza reproductiva.

La implantación del esquema supone también un incremento en las producciones al mejorar las condiciones de explotaciones, lo que se ha producido por el cumplimiento de los requisitos técnicos que se exigen a las ganaderías que se han adherido al programa, y por el asesoramiento técnico que ello lleva consigo.

2. De tipo económico del M.A.P.A. y de las Comunidades Autónomas

2.1.) A las ganaderías:

Primas para la recría de hembras y para los machos que superen las pruebas de valoración.

2.2.) A las Asociaciones:

a) Financiación para los programas de mejora.

b) Ayudas para el control de rendimiento.

Todo ello como un medio para la mejora, no la mejora como un medio para recibir las ayudas.

3. De otro tipo:

a) Para acceder los animales al máximo de subvención en las subastas, las ganaderías tendrán que estar incluidas en el esquema de selección.

b) Saneamiento ganadero.

c) Ayudas de tipo técnico:

- Asesoramiento de tipo reproductivo.
- Asesoramiento de criterio de selección.
- Dirección de acoplamientos.
- Complementos nutritivos para la cubrición.
- Tratamientos vacunales.

Organización recogida información

Genealógica

Los ganaderos hacen llegar a la asociación las declaraciones de cubrición y nacimientos de sus ganaderías. En las primeras se indican las vacas servidas con cada semental y el período de cubrición, mientras que en la segunda se pone de faminiesto la fecha de parto, identificación de la cría, sexo y nombre.

Una vez contrastada la información se introduce en el libro genealógico.

En las visitas del calificador, o mediante comunicación a las oficinas de la Asociación se informa de las bajas que se produzcan.

Controles de rendimiento

A) Controles en finca

Se llevan a cabo mediante visitas del controlador, siendo la periodicidad bimensual.

En la visita se realiza la identificación de los terneros mediante tatuaje, de acuerdo con la reglamentación del libro genealógico, y con un crotal de manejo con la misma identificación genealógica asignada al ternero.

Las pesadas se realizan hasta el destete con la báscula del controlador o con las

existentes en las fincas, haciendo mención expresa al tipo de alimentación de la madre y de la cría.

Como datos productivos y genealógicos de las vacas se controla:

- Identificación de la madre y del padre.
- Valoración morfológica.
- Números de crías.
- Intervalo medio entre partos.
- Peso de las crías tipificado y corregido para los 120 días.
- Ganancia diaria a los 120 días de las crías.
- Indices morfológicos, reproductivos, productivos y global.

Al final de campaña se recogen las modificaciones del censo de reproductoras (bajas, altas y partos anteriores de estas últimas, si no estuvieran registrados).

B) Series de testaje

Tanto las pesadas como las diferentes medidas zoométricas son realizadas por técnicos de los centros de testaje que remiten la información a la Asociación.

Morfológica

Las calificaciones morfológicas las llevan a cabo los tres calificadores de la asociación en visitas periódicas a las fincas.

En ellas se califican las hembras de más de 24 meses y los machos de más de 14, en este caso la calificación se realiza dando una puntuación morfológica general. Para este efecto se dispone de diferentes impresos según el tipo de registro al que acceda el animal calificado.

La realización de concursos, durante el transcurso de las subastas nacionales, permite actualizar y unificar los criterios entre los diferentes calificadores

En la tabla 2 se recoge un resumen de la organización de la recogida de la información.

TABLA 2
ORGANIZACIÓN DE LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Tipo de información	Agente controlador	Periodicidad
Genealógica	Ganadero Controlador	Anual Bimensual
Control de rendimiento		
A) En finca	Controlador	Bimensual
B) En Centro de testaje	Técnico del Centro	Mensualmente pesos Bimensualmente medidas
Morfología	Calificadores de la Asociación	Anual

Información disponible

Genealógica

La información genealógica de la raza Retinta se encuentra en la Asociación de Criadores de Vacuno Retinto, como entidad colaboradora del Ministerio de Agricultura.

De acuerdo con lo dispuesto por la Reglamentación Especifica del Libro Genealógico de la Raza Bovina Retinta (Orden de 27 de octubre de 1987, BOE del 3 de Nov. de 1987) consta de los siguientes registros genealógicos:

- Registro Auxiliar (R.A.)
- Registro de Nacimientos (R.N.)
- Registro Definitivo (R.D.)
- Registro de Méritos (R.M.)

El libro genealógico de la Raza tiene en la actualidad informatizados registros de 49.674 animales, aunque existen un número importante de genealogías anteriores.

De cada uno de los animales en Registro de Nacimientos se posee su nombre e identificación, la de sus padres, fecha de nacimiento, sexo, nº de registro de nacimiento, fecha de inscripción, ganadería en que nació y en la que se encuentra.

El sistema de identificación de los animales inscritos en el libro genealógico es el siguiente: una sigla de dos letras asignada a la ganadería, acompañada de un número cuyo primer guarismo coincidirá con el terminal del año de nacimiento del animal y el resto indicará el número de orden de nacimiento en el año ganadero, dentro de la explotación.

La tabla 3 pone de manifiesto que en los últimos años el número de animales inscritos, en cualquiera de los registros, no varía substancialmente ni se produce una tendencia determinada.

Control morfológico

En la actualidad hay informatizadas un total de 27.261 calificaciones, de las cuales 2.143 corresponden a machos y 25.118 a hembras. En la tabla 4 se presentan las calificaciones realizadas en los últimos 4 años.

TABLA 3
NÚMERO DE ANIMALES INSCRITOS EN EL LIBRO GENEALÓGICO DURANTE EL PERÍODO 1990-1995 (RN= REGISTRO NACIMIENTO; RF= REGISTRO FUNDACIONAL; RA= REGISTRO AUXILIAR; RD= REGISTRO DEFINITIVO. CENSO A 31 DE DICIEMBRE)

	R.N.			Hembras			Sementales	
Año	Hembras	Machos	RF	RA	RD	Total	RD	Totales
90	2.028	1.450	90	1.293	10.759	12.142	411	16.431
91	2.504	1.540	40	1.397	11.604	13.041	377	17.462
92	1.358	899	62	1.452	11.347	12.873	376	15.506
93	878	650	50	1.482	12.053	13.586	358	15.472
94	1.114	871	49	1.507	12.075	13.631	425	16.041
95	1.376	1.095	13	1.704	11.272	12.989	354	15.814

TABLA 4
NÚMEROS DE ANIMALES QUE HAN SIDO CALIFICADOS MORFOLÓGICAMENTE EN EL PERÍODO 1992-1995

	N° de clasificaciones
90	1.471
91	1.210
92	1.240
93	1.211
94	1.179
95	1.049

Una vez calificados los animales se incorporan los datos referentes a su puntuación, calificación, n° de registro, registro y fecha en que se inscribe.

Controles de rendimiento

La totalidad de la información productiva, generada por las ganaderías pertenecientes al esquema de selección, es remitida por la Asociación al Centro de proceso de datos (Departamento de Genética, Facultad de Veterinaria de Córdoba), que una vez completada con la existente en el libro genealógico da lugar a:

A) Valoración en explotación.

En la 1ª fase, la valoración del ternero se realiza al destete, basándose en el peso tipificado a los 180 días, obtenido a partir de las pesadas registradas de cada ternero. Junto a esta información se recoge los datos de los factores sexo, edad de la madre, época de parto, etc.

Al iniciarse el esquema solicitaron su participación 38 ganaderías, para el año ganadero 96 lo hicieron 2 más, produciéndose 4 bajas de las iniciales. Los datos que se exponen en la tabla 5 se refieren a la distribución de ganaderías del esquema por provincias y regiones, con sus correspondientes altas y bajas.

Como se observa en la tabla 6, si bien el número total de vacas de libro en Andalucía y Extremadura representa cifras próximas,

TABLA 5
N° DE GANADERÍAS QUE INTERVIENEN EN EL ESQUEMA ORGANIZADAS POR PROVINCIAS

	Año 95	Bajas	Altas	Año 96
Cádiz	11	0	1	12
Sevilla	3	0	0	3
Córdoba	1	1	0	0
Granada	1	1	0	0
Andalucía	16	2	1	15
Badajoz	15	1	1	15
Cáceres	7	1	0	6
Extremadura	22	2	1	21
Esquema	38	4	2	36

TABLA 6
Nº DE VACAS EN EL ESQUEMA Y EN EL LIBRO GENEALÓGICO, ORGANIZADAS POR PROVINCIAS Y COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Provincia y región	Vacas en libro	Vacas esquema	% Esquema
Cádiz	2.777	760	27.37
Córdoba	577	0	0
Granada	21	21	100
Huelva	575	0	0
Málaga	155	0	0
Sevilla	2.082	70	3,36
Andalucía	6.187	851	13,75
Badajoz	4.230	870	20,57
Cáceres	2.256	276	12,23
Extremadura	6.486	1.146	17,67
Castilla-La Mancha	135	0	0
Castilla-León	102	0	0
Baleares	10	0	0
Cataluña	69	0	0
TOTAL	1.989	1.997	15,37

los porcentajes de animales en el esquema es superior en la Región extremeña respecto a la andaluza. Son 3 provincias (Badajoz, Cáceres y Cádiz) las que soportan la gran mayoría del esfuerzo del esquema. Provincias como Córdoba y Huelva, que tienen un número de vacas de cierto nivel, no registran ningún animal en el esquema.

Hasta la campaña 95 se habían controlado 3.367 terneros retintos, hijos de 1.840 vacas y 104 sementales, obteniéndose 8.159 pesadas de las cuales 454 son pesos al nacimiento y 2.555 al destete, correspondiendo el resto a pesadas intermedias. Estos datos productivos han permitido la valoración, de las reproductoras mediante un índice de vaca, y de los sementales mediante BLUP modelo animal.

En la campaña 1996 se encuentran inscritas 36 ganaderías con un total de 2.232 vacas, que representan un 20% del total de las ganaderías recogidas en el libro genealógico y el 17% del censo total de hembras reproductoras inscritas. Hasta el momento se tienen informatizadas 2.829 pesadas, correspondientes a 1.198 terneros puros nacidos en esta campaña de 1.180 vacas y 63 sementales. La información productiva derivada de la primera fase del esquema (valoración hasta el destete en explotación), disponible actualmente, consiste en 10.988 pesos (554 al nacimiento, 7.471 intermedios

y 2.963 al destete), obtenidos de 4.565 terneros puros controlados, hijos de 2.486 vacas retintas y 130 sementales. En las tablas 7 y 8 se resume la información recogida en esta fase del esquema, incluyendo los partos y las pesadas obtenidos de los terneros cruzados controlados.

De las tablas 7 y 8 se puede inferir que la implantación del esquema a partir de 1995 ha supuesto un incremento substancial en el número de controles, en cualquiera de sus variables.

Con estos datos se tenían calculados al final de la campaña 95 un total de 2.672 pesos corregidos a los 120 días y 2.079 a los 180, mientras que había un total de 2.156 vacas con interparto estimado.

TABLA 7
PESADAS OBTENIDAS DE LOS TERNEROS CONTROLADOS HASTA LA ACTUALIDAD EN LA PRIMERA FASE DEL ESQUEMA

	Puros				Cruzados			Total
	Nacimiento	Intermedias	Destete		Nacimiento	Intermedias	Destete	
Hasta el 95	454	5.150	2.555	8.159	21	571	276	868
96	100	2.321	408	2.829	7	158	37	202
Total	554	7.471	2.963	10.988	28	729	313	1.070

TABLA 8
NÚMERO DE PARTOS CONTROLADOS HASTA LA ACTUALIDAD EN LA PRIMERA FASE DEL ESQUEMA (EL HISTÓRICO TOTAL INCLUYE PARTOS REGISTRADOS ANTERIORMENTE A LA INSCRIPCIÓN DE LAS REPRODUCTORAS AL ESQUEMA)

	Puros				Cruzados				Total			
	Simples	Dobles	Triples		Simples	Dobles	Triples		Simples	Dobles	Triples	
Hasta el 95	3.242	61	1	3.304	622	7	0	629	3.864	68	1	3.933
96	1.162	18	0	1.180	198	2	0	200	1.360	20	0	1.380
Histórico Total	8.795	95	1	8.891	987	14	0	1.001	9.782	109	1	9.892

B) Valoración en centro de testaje.

A las 19 series anteriores a la implantación del esquema, con 580 machos valorados e información de ganancia media diaria, peso vivo a los 12 meses, índice de conversión, aptitud genésica y calificación por tipo-conformación, hay que añadir las 4 series realizadas dentro del esquema, con 58 machos valorados de 15 ganaderías e información de la ganancia media diaria y del peso vivo a los 12 meses, de las medidas zoométricas, de la calificación racial y del diámetro escrotal.

De las 22 series finalizadas en la actualidad se tiene información del número de animales que las iniciaron, que las terminaron, así como de sus valoraciones genético-funcional recogidas como:

– Rendimientos propios (peso a los 12 meses, ganancia diaria, índice de conversión).

– Calificación morfológica.

– Medidas zoométricas.

Desde la serie 2 se posee información de la aptitud genésica de los toros estimados.

C) Valoración por la descendencia

La valoración por la descendencia con los registros productivos existentes ha permitido la evaluación genética mediante el método BLUP modelo animal para el peso tipificado a los 180 días de 6.924 animales, de los cuales 2.078 presentan registros productivos y 1.276 son reproductores con crías, con peso a los 180 días. Se ha corregido también la evaluación genética mediante índice (edad al primer parto, intervalo entre partos, valoración morfológica y peso corregido a los 120 días de sus crías) de 2156 vacas (valoraciones genéticas correspondientes a la campaña ganadera 1995).

Metodología Genética

Valoración al destete de los terneros en las explotaciones (1ª fase del esquema)

La selección de los terneros candidatos a la serie de testaje se realiza a partir del crecimiento al destete del propio ternero (P180 días corregido) y de las características maternales de la vaca a través de un índice ETA (media del peso tipificado a los 120 días y corregido de sus crías, edad al 1º parto, período medio interparto y valoración morfológica).

Tanto los pesos tipificados a los 120 días (capacidad maternal) como a los 180 días (valoración al destete) se corrigen mediante factores de corrección aditivos obtenidos mediante procedimientos BLUP para los factores fijos:

* Ganadería-campaña ganadera-época del parto.

* Edad de la madre (9 clases).

* Tipo de parto (simple/doble).

* Tipo de alimentación predestete del ternero (4 clases).

Valoración individual en centro de testaje (2ª fase del esquema)

La valoración individual de los terneros en centro de testaje se realiza según normas ya establecidas por el MAPA (1987) en base a un índice sintético que incluye el peso tipificado a los 12 meses, el diámetro escrotal, la valoración morfológica y la GMD durante la prueba. El índice sintético se ha calculado basándose en los parámetros genéticos (heredabilidad y correlación genéticas) obtenidas en el vacuno Retinto, mientras que los factores de peso económico han sido estimados por la Asociación.

Prueba de descendencia (3ª fase del esquema)

La evaluación genética de los reproductores en la 3ª fase se realiza (Seguir la tabla 9, para vacas y sementales):

VACAS

Índice que tiene en cuenta la edad al 1° parto, el período medio entre partos, su valoración morfológica y el peso tipificado a los 120 días de sus crías corregido para los factores anteriormente descritos.

SEMENTALES

Evaluación mediante BLUP modelo animal, para el carácter peso al destete (peso tipificado a los 180 días) con los efectos fijos:

* Ganadería-campaña-época.
* Edad de la madre (9 clases).
* Sexo del ternero.
* Tipo parto (simple/doble).
* Tipo de alimentación predestete del ternero (4 clases).

Los parámetros genéticos de partida utilizados han sido los estimados por nosotros en esta misma raza.

Nuevos desarrollos del programa

La responsabilidad de la ejecución práctica, así como la dirección técnica de este esquema nos ha exigido, además de la realización de las tareas más o menos rutinarias propias de un esquema, el establecimiento de una serie de líneas de investigación de aplicación directa a este plan de mejora que permitan la resolución de los problemas técnicos que vayan surgiendo del desarrollo del esquema teórico aprobado, así como el lograr una evaluación más precisa y rápida de los animales y de los factores ambientales que están modulando sus registros productivos, y por ende un mayor progreso genético, al menor coste posible.

En la actualidad nuestro departamento está iniciando una serie de líneas de investigación con el fin de aplicarlas al esquema

TABLA 9
PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA

Tipo de animal	Modelo de la evaluación	Caracteres	Factores
Sementales	Blup modelo animal	Peso 180 días	Ganadería-Campaña- Época parto Sexo Tipo parto Edad vaca
Vacas	Índice sintético	Edad 1° parto Intervalo entre partos Morfología Peso 120 días de la cría	Idénticos factores

de selección una vez se obtengan resultados concluyentes. Estas pueden resumirse en:

* Relación del diámetro escrotal con los parámetros reproductivos del macho y de sus hijas.

* Análisis del comportamiento en cebadero: Curvas de crecimiento, factores de variación y parámetros genéticos.

* Estima de parámetros genéticos y factores ambientales para las características de la canal.

* Valoración genética mediante BLUP unicarácter modelo animal para efectos genéticos maternos.

* Integración del comportamiento en cebo y de los caracteres de la canal en el esquema de valoración.

Bibliografía

ALJAMA GUTIERREZ, P. 1982. La raza Retinta. *Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.*

JUNTA DE EXTREMADURA. 1993. "Vacuno de carne en extensivo". *Consejería de Agricultura y Comercio.*

M.A.P.A. 1980. Comportamiento de la raza Retina en la producción de carne. Dirección General de la Producción Agraria.

M.A.P.A. 1987. "Valoración genético-funcional de toros de razas de aptitud para la producción de carne". *Dirección General de Producción Agraria.*

S.I.A. 1994. "Mejora géntica del ganado vacuno Retinto". *S.I.A. Junta de Extremadura.*

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 107-116

SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA MEJORA GENÉTICA DE LA RAZA VACUNA PIRENAICA

J. Altarriba
A. García-Cortés
C. Moreno
L. Varona

Grupo de genética cuantitativa y mejora animal
Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Se realiza una descripción de la situación actual de la raza vacuna Pirenaica, en cuanto a censos, información disponible y evaluaciones genéticas, y se hace una reflexión en torno al esquema de selección que se está aplicando en la actualidad. Se pone de manifiesto la conveniencia de hacer algunas modificaciones en el mismo y la necesidad de aplicar otras metodologías de evaluación, que permitan superar aspectos críticos puestos de manifiesto en estos años de experiencia. En este sentido, se presentan los primeros resultados de la aplicación de una metodología que permite realizar un ajuste conjunto de los datos fenotípicos, valores genéticos y componentes de (co) varianza a partir de todos los pesos disponibles, asumiendo una función lineal de crecimiento entre 100 y 300 días de edad. Finalmente se analizan y discuten las características de este método.

Palabras clave: Vacuno de carne, Raza Pirenaica, Mejora genética.

SUMMARY

The actual stage of the Pirenaica breeding plan is briefly described, concerning census, performance records and genetic evaluations, and the selection scheme actually being applied is discussed. Our experience during the last years shows that alternative evaluation methods have to be implemented to avoid critical aspects of this plan. In this sense, some results of a method that provides the simultaneous estimation of phenotypes, genetic values and (co)variance components from the whole set of weights available are presented. A linear grow function within 100 and 300 days of age was assumed. Finally, some remarks about this method are analized and discussed.

Key words: Beef catle, Pirenaica breed, Animal breeding.

Introducción

En 1989 la Confederación Nacional de Asociaciones de ganado Pirenaico (CONASPI) recibe el reconocimiento, del Ministerio de Agricultura, de entidad colaboradora responsable del mantenimiento y mejora de esta raza. Se cierra de esta manera un dilatado período protagonizado básicamente por la Diputación Foral de Navarra y

por el CENSYRA de Movera, en el cual se había mantenido esta población y se había iniciado la selección de este ganado hacia una especialización cárnica a partir de la tradicional triple aptitud (carne, leche y trabajo).

Con esta nueva orientación, se responsabiliza del mantenimiento y mejora de la raza Pirenaica a una Confederación de Asociaciones de ganaderos, independiente de las administraciones, que engloba a Navarra, País Vasco, Aragón y Cataluña. El programa de mejora implantado a partir de 1989 puede encontrarse en ALTARRIBA *et al.* (1991) y la discusión de algunos aspectos organizativos y la presentación de resultados iniciales en ALTARRIBA (1995).

En esta trabajo se realiza en primer lugar una descripción de la situación actual de la raza vacuna Pirenaica, en cuanto a censos, información disponible y evaluaciones genéticas; en segundo lugar se presentan los primeros elementos de una reflexión que estamos realizando en torno a la necesidad de aplicar otras metodologías de evaluación, que permitan superar aspectos críticos puestos de manifiesto en estos años de experiencia.

Situación actual

El desarrollo del plan de mejora se realiza a través de una comisión técnica en la cual participamos junto con los secretarios de cada una de las asociaciones de criadores. De esta manera se establecen los criterios de una coordinación necesaria entre entidades con personalidad propia e independiente, que participan de un objetivo común de mejora. Según este diseño cada asociación realiza el control de rendimientos y gestiona la parte correspondiente de una base de datos común, gestionada a su vez por la confederación. En esta estructura las cuestiones técnicas de coordinación tienen una importancia decisiva.

Sin embargo, a pesar de la aparente complejidad de un esquema de esta naturaleza, hay que decir que en estas etapas iniciales se han ido armonizando criterios dispares que existían previamente, favorecidos por el hecho de que se trata de una población pequeña gestionada en un 80% por la Asociación de Navarra. En las tablas 1 y 2 se muestra el censo de esta raza y la estructura de las explotaciones y del núcleo de selección.

TABLA 1
CENSO CORRESPONDIENTE A DICIEMBRE DE 1995

		Hembras			
Asociación	Machos	< 2 años	>2 años	Total	%
Navarra	4.074	4.115	12.959	21.148	80
Guipúzcoa	368	562	902	1.832	7
Vizcaya	272	388	773	1.433	5
Álava	147	221	598	966	4
Aragón	27	148	464	639	2
Cataluña	22	34	473	529	2
Confederación	4.910	5.468	16.169	26.547	100

TABLA 2
ESTRUCTURA DE LAS EXPLOTACIONES Y DEL NÚCLEO DE SELECCIÓN

	Explotaciones		Vacas	Núcleo	
Asociación	Total	< 10 vacas	Explot.	Explot.	Vacas
Navarra	715	318	18	74	2.925
Guipúzcoa	75	60	10	4	283
Vizcaya	46	22	17	11	228
Álava	27	2	40	4	185
Aragón	18	5	26	7	269
Cataluña	14	3	36	–	–
Confederación	895	410	18	100	3.890

En la actualidad, la práctica totalidad del censo es objeto de un seguimiento reproductivo en base a visitas periódicas que permiten actualizar los movimientos de ganado y realizar las correspondientes inscripciones en el libro genealógico. El censo de la población ha sufrido en los últimos años pequeños incrementos con una tendencia clara a la estabilización. El registro fundacional está cerrado.

En cuanto al núcleo de selección, está compuesto por un centenar de explotaciones con 3890 vacas con más de 2 años, lo que representa el 24% del censo de este tipo de ganado, observándose grandes dificultades para ser incrementado. Los descendientes de estos animales son objeto de un control periódico de peso durante las visitas que el personal de las asociaciones realizan a estas explotaciones; estos controles se realizan generalmente mediante básculas transportadas por los propios controladores. Se intenta que cada explotación sea visitada con una periodicidad máxima de tres meses, con el objeto de disponer de suficiente información para ajustar los pesos de cada animal a 120 y 210 días, que se corresponden con los caracteres de interés en el plan de mejora. Los datos de dificultad al parto y peso al nacimiento son proporcionados por el ganadero y en la mayor parte de las ocasiones corresponden a estimaciones aproximadas. No se registra el peso al destete por carecer de interés en nuestro esquema; de todas maneras éste se produce antes de los 7 meses y los animales suelen permanecer en las explotaciones de nacimiento como mínimo hasta esta edad.

Toda la información genealógica y productiva está informatizada, sin embargo en la actualidad sólo los datos de Navarra están en los ficheros de la confederación y por tanto son éstos los que se han utilizado en las valoraciones genéticas. El banco de datos de esta asociación estaba compuesto en Diciembre de 1995 por 57.249 genealogías y 15.870 pesadas. A lo largo de 1996 se espera concluir el proceso de transferencia y unificación de ficheros con el resto de las asociaciones.

En cualquier caso, queda patente nuestra apuesta por el modelo animal, como función explicativa de un conjunto de efectos, en caracteres expresados en el medio natural de producción. De hecho en el esquema de mejora no existe estación de testaje como tal, únicamente se utiliza una finca localizada en Sabaiza, a más de mil metros de altura, en la cual los animales preseleccionados son objeto de una observación más atenta sobre distintos caracteres y se realizan controles sanitarios antes de ser trasladados al centro de inseminación de Aberekin o ser distribuidos a distintas explotaciones para monta natural. La función de esta finca es por tanto facilitar el manejo de algunos lotes antes de su distribución y actuar de escaparate de la raza ante los mismos ganaderos.

En ningún momento se utilizan datos obtenidos en medios productivos ajenos a la realidad productiva de la raza, que se corresponden genéticamente a otros caracteres en todo caso correlacionados con el objeto de mejora. En la actualidad se dispone de una tecnología genética que permite actuar directamente sobre los caracteres de interés sin que la eficacia de las labores de selección deba depender de una supuesta respuesta correlacionada. En realidad esta metodología hace innecesarias las estaciones de testaje en este tipo de especies de ganado, que eran casi imprescindibles en otras épocas no muy remotas.

El resultado de la actividad desarrollada ha permitido, de esta manera, conocer además la realidad productiva de esta raza. En la tabla 3 se muestran los pesos medios obtenidos al nacimiento, a los 4, 7 y 12 meses, en machos y hembras. Estos datos confirman las excelentes características cárnicas de esta raza, con unos pesos al año de edad que permiten asegurar su competitividad en la situación actual.

Igualmente es destacable el crecimiento medio diario (Tabla 4) mostrado por la raza Pirenaica en los distintos períodos; especialmente teniendo en cuenta que estos rendimientos corresponden a resultados obtenidos en las condiciones naturales de producción.

Las valoraciones genéticas se han realizado cada año (a partir de 1991) para el carácter peso a los 210 días de edad. El ajuste se realiza previamente con los datos de cada individuo, asumiendo linealidad del crecimiento en los meses anteriores y posteriores a esta edad. El modelo animal incluye los efectos sexo, rebaño de nacimiento y época de parto, además del mérito genético aditivo directo; no se han incluido efectos maternos.

TABLA 3
PESOS MEDIOS DE MACHOS Y HEMBRAS AL NACIMIENTO Y A LOS 4, 7 Y 12 MESES DE EDAD

	Nacimiento	4 meses	7 meses	12 meses
Machos	43,6	170,5	304,8	450,5
Hembras	40,8	157,0	257,5	332,0

TABLA 4
CRECIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (KG.) EN MACHOS Y HEMBRAS

	Nacimiento 4 meses	4 meses 7 meses	7 meses 12 meses	Nacimiento 12 meses
Machos	1,057	1,460	0,971	1,115
Hembras	0,968	1,092	0,497	0,798

La última valoración (Marzo de 1996, con información de hasta Diciembre de 1995) ha incluido 8.605 animales, de los cuales 3.980 disponían de información productiva propia, 212 padres de los anteriores (de los cuales 42 tenían dato propio), 2.008 madres (de las cuales 153 tenían dato propio) y 2.600 eran conectores con la generación base. Estos resultados han permitido ir conociendo la realidad genética de la población para realizar de forma eficaz la selección y configurar un panel de toros de inseminación propiedad de CONASPI.

Sin embargo, estamos convencidos que el patrimonio que entre todos hemos construido no se deriva simplemente de la posible explotación de los resultados obtenidos, que apresuradamente hemos resumido aquí. Se ha utilizado este material para ensayar modelos alternativos -multivariantes, heterogeneidad de varianza entre sexos, VARONA *et al.* (1996a) - y realizar estimaciones de efectos y componentes. A pesar de todo, creemos que lo más importante es que se ha conseguido una organización que funciona cada vez mejor y en la cual es perceptible, incluso en los técnicos de las distintas asociaciones, elementos crecientes de entusiasmo por las actividades de mejora genética que permitirán reorientar el plan de mejora y experimentar nuevas metodologías de evaluación de reproductores.

Nuevas orientaciones

Nos referiremos a dos cuestiones inmediatas en un horizonte próximo: la evaluación para el peso al nacimiento y a la utilización de funciones de crecimiento.

En primer lugar, ante el interés mostrado por los ganaderos por limitar los problemas durante el parto, exige prestar atención al peso al nacimiento y/o a la dificultad al parto medida en una escala categórica. Como ya se ha dicho previamente, estos datos ya se recogen en la actualidad y en realidad son los más abundantes en la base informática. Sin embargo, la mayor parte de los datos correspondientes al peso al nacimiento sabemos que son meramente orientativos, ya que no se han obtenido pesando el animal, y que seguramente no se ha hecho un esfuerzo suficiente para unificar criterios entre los distintos controladores para categorizar la dificultad al parto. Estos serán próximamente analizados y se intentará realizar una valoración genética al menos para el peso al nacimiento.

Ante el interés por el carácter peso nacimiento se ha barajado en la comisión técnica de CONASPI la posibilidad de desarrollar una cinta métrica torácica específica de la raza Pirenaica que, por su simplicidad, pueda ser utilizada por los propios ganade-

ros de forma fiable. De esta manera se mejoraría la calidad de la información en un carácter mucho más simple de manejar que un peso a cualquier edad. De todas formas nada se ha hecho todavía al respecto.

En cambio, el peso a una edad determinada (210 días en este caso) presenta problemas de otra índole en el orden práctico. El mecanismo seguido en la obtención de datos permite disponer de un número variable de pesadas (1-9) por individuo a lo largo del ciclo de crecimiento. Estas pesadas se distribuyen a los largo de un espacio de tiempo relativamente largo (hasta 400 días), no siendo homogéneo el número de observaciones ni la edad de los animales.

La evaluación genética de reproductores necesita de datos directamente comparables entre sí, que se suponen son expresión de un mismo conjunto de genes. La obtención de estos valores de referencia a partir de los datos individuales presenta dificultades en cuanto a lo limitado o deficiente, en algunas ocasiones, de esta información. Recientemente se ha planteado un procedimiento de ajuste conjunto de estos valores dentro del propio modelo de evaluación (VARONA *et al.*, 1995, 1996b, 1996c).

El procedimiento exige la asunción de una función de crecimiento. Su principal característica es el tratamiento de los fenotipos como variables dentro del modelo, combinándose para su estimación tanto la información procedente de los datos (datos tomados a distintas edades), como la información a-priori procedente de los parentescos y de los compañeros de explotación. El ajuste conjunto se realiza utilizado un proceso de muestreo de Gibbs, ofreciendo como resultados estimaciones de estos valores fenotípicos, además de los efectos sistemáticos, valores mejorantes y componentes de (co)varianza, así como una cuantificación de la incertidumbre. Por lo tanto, el procedimiento utiliza toda la información disponible adecuadamente ponderada y, gracias a la información a-priori, disminuye la influencia de datos aberrantes generados por errores en la medida o por oscilaciones de origen fisiológico en el peso.

De hecho la valoración genética de este año ya se ha realizado mediante esta metodología. La función de crecimiento asumida ha sido lineal en el rango comprendido entre 100 y 300 días, a la vista de los resultados presentados en la figura 1.

Los resultados de estimación de componentes de varianza y covarianza para los pesos a los 210 días (w) y el crecimiento medio diario (g) se presentan en la tabla 5. La heredabilidad (h^2) estimada del peso a los 210 días fue de 0,337±0,050 y del crecimiento medio diario de 0,447±0,058, las correlaciones genética (r_u) y residual (r_e) fueron de 0,731±0,074 y 0,954±0,027 respectivamente. La varianza de ajuste estimada (σ^2_r) fue de 219,7±11,3 kg^2. Este estimador permite cualificar la dispersión de las observaciones en torno a lo esperado en cada función de crecimiento individual, ofreciendo información en cuanto a errores en la medida y oscilaciones naturales en el peso.

La relación entre los ajustes realizados por los dos procedimientos (previo o conjuntamente con modelo de evaluación) para el peso a los 210 días y el crecimiento medio diario entre los días 100 y 300 se presentan en las figuras 2 y 3. En estas figuras se observa la elevada correlación existente entre los resultados obtenidos por ambos procedimientos, pero destaca la capacidad del procedimiento conjunto para la eliminación de datos aberrantes, susceptibles de modificar de manera significativa la ordenación genética de los individuos que apare-

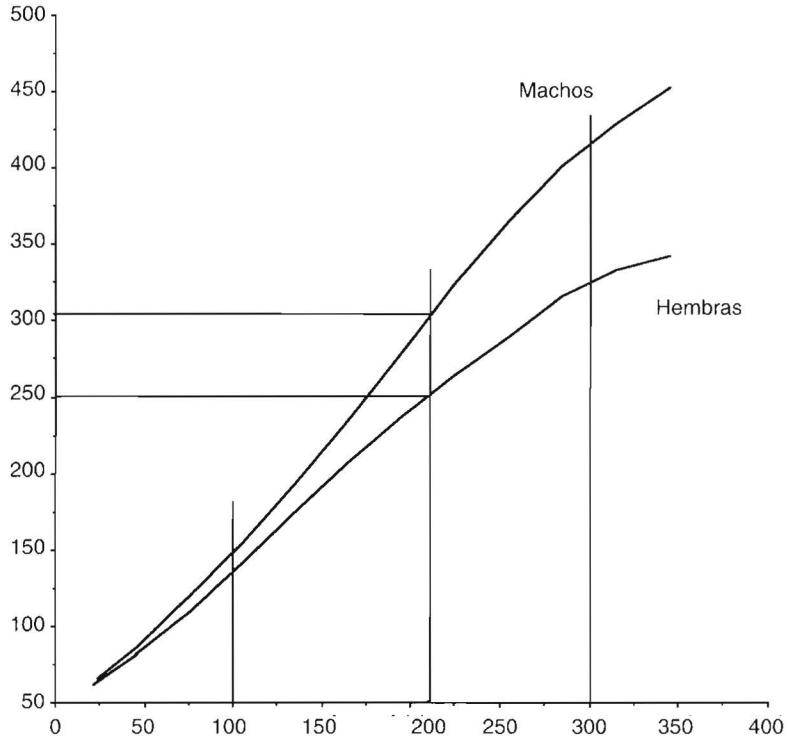


Figura 1. Pesos medios en relación a la edad

TABLA 5
ESTIMACIÓN DE COMPONENTES DE VARIANZA Y COVARIANZA

	Mediana	HPD 95%
σ^2uw	325,5	199,4 - 426,4
σ^2ug	0,015	0,011 - 0,021
σ^2ew	640,5	553,7 - 729,8
σ^2eg	0,019	0,015 - 0,025
σ^2r	219,7	195,8 - 243,7
h^2w	0,337	0,213 - 0,429
h^2g	0,447	0,333 - 0,546
r_u	0,731	0,524 - 0,852
r_c	0,954	0,875 - 0,993

HPD 95% es la región de mayor probabilidad al 95%.

cen en las colas del ranking. En la figura 2 se observa como el peso estimado a los 210 días muestra un rango entre 155 y 400 kg. utilizando un ajuste previo y un rango entre 195 y 375 kg. usando el ajuste dentro del modelo. En cuanto al crecimiento medio diario, como se observa en la figura 3, aparece un rango entre 0,1 y 4,1 kg./día con el ajuste previo y entre 0,9 y 1,9 con el ajuste conjunto. Por otra parte, con este procedimiento es posible obtener estimas de los valores fenotípicos para individuos de los que se dispone de un único peso a lo largo del proceso de crecimiento, incorporando de este modo un mayor número de individuos con datos en la valoración genética.

Otra ventaja importante que presenta frente a un ajuste previo, es que proporciona un valor más real de la incertidumbre, entendida como una medida de la precisión en la estimación de los valores mejorantes de los individuos, debido a que tiene en consideración la cantidad, calidad y distribución de los datos individuales.

Sin embargo, este ajuste conjunto proporcionará aparentemente una mayor incertidumbre en la predicción que el basado en datos ajustados previamente, aunque la correlación entre estimadores y valores verdaderos sea posiblemente mayor. Este hecho puede presentar dificultades a la hora de presentar los resultados en un catálogo de reproductores, dando lugar formalmente a "fiabilidades" (exigida por las asociaciones de criadores) más bajas de las habituales en los catálogos de reproductores.

Otro posible inconveniente es la asunción del valor fenotípico de los individuos como una variable más en el modelo, con la

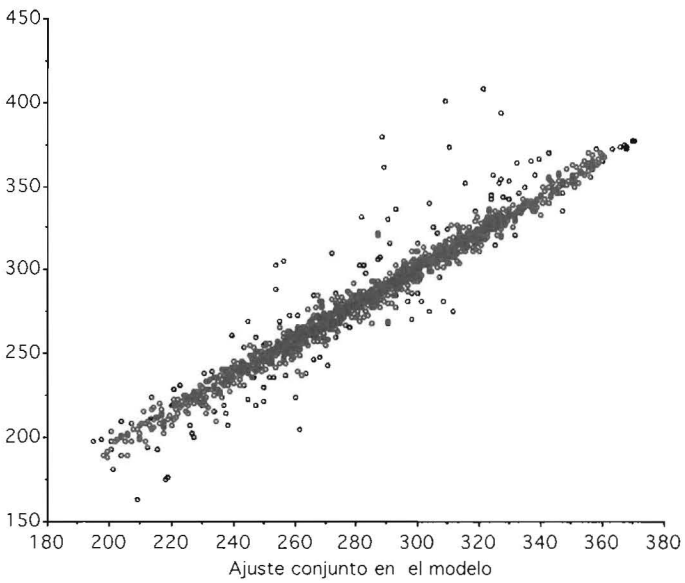


Figura 2. Relación entre los estimadores del peso ajustado a los 210 días de edad por los dos procedimientos

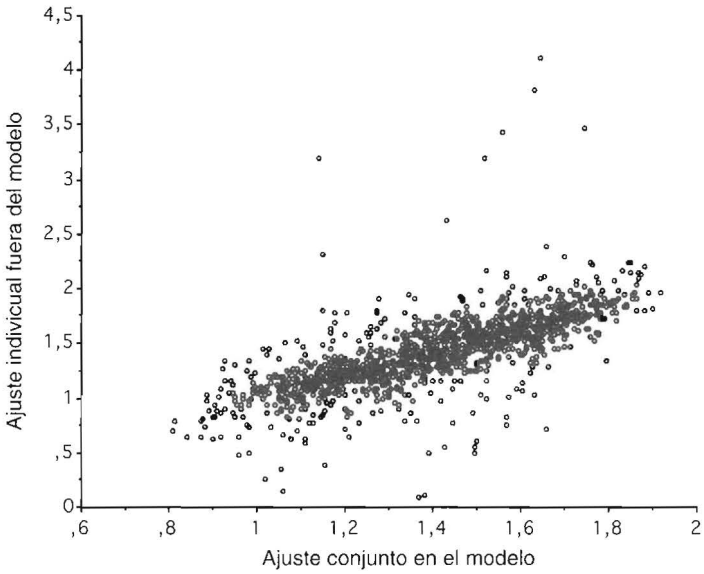


Figura 3. Relación entre las estimaciones del crecimiento medio diario por los dos procedimientos

dificultad que conlleva para los ganaderos usar e interpretar resultados que pueden variar entre evaluaciones. Estas cuestiones son objeto de estudio en la actualidad, ya que este nuevo procedimiento ha sido aceptado por la comisión técnica de CONASPI.

Por último, antes de terminar queremos destacar que esta nueva metodología, desarrollada en el intento de resolver un problema en la mejora genética de la raza Pirenaica, puede ser utilizada en otras poblaciones y en otras producciones que se puedan definir como una función temporal.

Creemos que estamos en los inicios de una nueva manera de analizar datos productivos con el objetivo de evaluar genéticamente los individuos de una población. Los resultados obtenidos hasta ahora están calculados asumiendo una función lineal pero es relativamente fácil de generalizar a cualquier otro tipo de función de crecimiento (Gompertz, Von Bertalanffy, Richards). De esta manera será posible abordar modelos más complejos, que permitan ponderar, en un mismo índice, distintas valoraciones genéticas de los individuos en cualquier momento de su ciclo de producción (nacimiento, peso a los 210 días, peso final).

Referencias bibliográficas

ALTARRIBA, J.; GARCÍA-CORTÉS, L.A.; MORENO, C. 1991. "Criterios para la elaboración y desarrollo del plan de mejora de la raza vacuna Pirenaica". *ITEA*, 87A: 275-279.

ALTARRIBA, J. 1995. "Programa de mejora del ganado vacuno Pirenaico". *FEAGAS*, 8: 66-70.

VARONA, L.; MORENO, C.; GARCÍA-CORTÉS, L.A.; ALTARRIBA J. 1995. " Ajustes de funciones de producción usando modelos animales". *ITEA, Vol. Extra,* 16, 282-284.

VARONA, L.; MORENO, C.; GARCÍA-CORTÉS, L.A.; ALTARRIBA J. 1996a. "Model Determination in a case of heterogeneity of variance using sampling techniques". *J. Anim. Breed. Genet.* (en prensa)

VARONA, L.; MORENO, C.; GARCÍA-CORTÉS, L.A.; ALTARRIBA J. 1996b. "Multiple trait analysis of production functions". *In: Proc 47th European Meeting of Animal Production,* 48.

VARONA, L.; MORENO, C.; GARCÍA CORTÉS, L.A.; ALTARRIBA, J. 1996c. "Analysis of production functions using multiple trait animal models". *Lives. Prod. Sci.* (en prensa).

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 117-141

PROGRAMAS DE SELECCIÓN APLICADOS AL GANADO CAPRINO

A. Sánchez-Palma
J.M. Serradilla

Departamento de Producción Animal
Laboratorio de Fisiogenética
E.T.S.I.A.M , Universidad de Córdoba
C.P. 3048, 14080 Córdoba

RESUMEN

Se realiza una descripción de los censos de cabras presentes y controladas en España y en Andalucía, así como de los sistemas de producción más comunes en esta Comunidad. Se describe el sistema de control de producciones que se esta utilizando en la actualidad y los problemas derivados de los sistemas productivos que condicionan la fiabilidad de los controles. Se presenta el programa de selección de las razas Murciano-Granadina y Malagueña en cuanto a sus objetivos de selección, método de valoración genética de los reproductores y el esquema adoptado por las asociaciones de criadores de las razas mencionadas, analizando el grado de aplicación del programa y los factores que limitan su desarrollo. Finalmente se comentan algunos resultados de los trabajos que se están realizando en la actualidad en relación con los polimorfismos genéticos de las caseínas y su utilización como criterios de selección.

Palabras clave: Caprino, Control rendimientos, Valoración genética, Selección, Caseínas.

SUMMARY

Censuses of goat population in Spain and in Andalusia are given, together with a brief description of those systems of herd management prevailing in this region. Milk recording scheme is described and the influence of managerial conditions on record's reliability is discussed. The selection scheme adopted by the breeders Association of the Murciano-Granadina and the Malagueña breeds is presented in terms of the selection objectives, methods applied for predicting breeding values and organisation. Present constrains to the development of these selection programs are discussed. Finally, some results are presented of research being in progress on the genetic polymorphism of caseins and its use as selection criteria.

Key words: Goats, Milk recording, Breeding values, Selection, Caseins.

Censos y Sistemas de producción

Censos

Andalucía es la comunidad autónoma con mayor número de efectivos caprinos (Tabla 1). El número de animales de esta especie en cada provincia figura en la Tabla 2. La provincia con mayor número de efectivos es Málaga. Andalucía es también la región española con mayor producción de leche de cabra. Se producen más de 1.9 millones de litros de leche, destinada fundamentalmente a la fabricación de queso (MAPA, 1992). La mayor parte de la leche producida se procesa en fábrica (tabla 3).

Dos razas producen la mayor parte de la leche en Andalucía (Tabla 4). Se trata de la Malagueña y de la Murciano-Granadina. Estas son dos razas muy similares, presentan un peso adulto medio de 30 Kg. y 70 Kg. para las hembras y los machos, respectivamente, y una prolificidad media de 1.9 (FÁLAGAN, 1990; DÍAZ-CARILLO *et al.*, 1993). Sus producciones medias se recogen en la tabla 5. El número de hembras controladas, así como el número de hembras ordeñadas de cada raza en los 4 trimestres de los años 1993 y 1994, se describen en la tabla 6.

Sistemas de Producción

Los sistemas de producción más comunes de las ganaderías de caprino lechero de Andalucía se pueden clasificar en tres categorías: extensivos, semi-extensivos o en vías de intensificación e intensivos.

Sistemas de producción extensivos o tradicionales

Se trata de los sistemas típicos de la ganadería caprina de carne que aún persisten en algunas ganaderías de producción mixta (carne y leche) y de producción de leche. Las características principales de este sistema son:

– La alimentación del ganado se obtiene fundamentalmente del pastoreo y la suplementación es poco frecuente.

– El manejo reproductivo se realiza sin separación de machos. Sólo en explotaciones de gran base territorial se realiza esta separación.

– Se realiza el ordeño una vez al día y, normalmente, de forma manual.

– El amamantamiento de los cabritos es de forma natural y las parideras tienen lugar a lo largo del año sin responder a una planificación específica.

– Los rebaños son de tamaño medio.

– Las instalaciones son mínimas, las imprescindibles para el ordeño y la paridera. El rebaño pasa la mayor parte del año en el exterior, incluso por la noche.

Sistemas de producción en vías de intensificación o semi-extensivos

Estos sistemas han surgido como consecuencia del incremento en el precio de la leche y de los cabritos, de forma que las ganaderías tradicionalmente extensivas, adquieren un mayor grado de intensificación con un aumento de los insumos de la explotación. Las características principales de este sistema son:

– La alimentación es mixta entre pastoreo y alimentación en pesebre. La suplementación se realiza frecuentemente durante el ordeño o bien en las horas nocturnas.

– El manejo reproductivo se realiza con efecto macho y flushing en aquellas explo-

TABLA 1
DISTRIBUCIÓN POR COMUNIDADES DEL CENSO DE GANADO CAPRINO (BIAP,1995)

COMUNIDADES AUTONÓMAS	Nº TOTAL DE GANADOS	% RESPECTO DEL TOTAL DE ESPAÑA
Asturias	38.158	1,21
País Vasco	16.579	0,53
Navarra	13.241	0,42
La Rioja	16.570	0,52
Aragón	79.022	2,50
Cataluña	86.829	2,75
Baleares	20.790	0,66
Castilla-Leon	237.045	7,51
Madrid	37.213	1,18
Castilla-La Mancha	437.225	13,85
Valencia	102.026	3,23
Murcia	144.885	4,59
Extremadura	341.218	10,81
Andalucía	1.301.710	41,32
Canarias	193.242	6,12
Otras	88.721	2,81
España	3.157.477	100,00

TABLA 2
EFECTIVOS CAPRINOS EN ANDALUCÍA POR PROVINCIAS Y COMUNIDAD AUTÓNOMA (BIAP, 1995)

1994	Nº DE CAPRINOS TOTALES	% EN LA COMUNIDAD A
Almería	125.091	9,61
Cádiz	132.645	10,19
Córdoba	63.308	4,86
Granada	184.502	14,17
Huelva	61.698	4,74
Jaén	60.629	4,66
Málaga	428.721	32,94
Sevilla	245.116	18,83
Total	1.301.710	100,00

TABLA 3
DESTINO DE LA LECHE (L.) DE CABRA OBTENIDA EN ANDALUCÍA EN LOS DOS PRIMEROS TRIMESTRES DE 1995 (BIAP, 1995)

1995	ENERO-FEBRERO-MARZO	ABRIL-MAYO-JUNIO
Consumo directo en explot.	1.478	1.549
Fabricación artesanal de queso	964	1.237
Venta directa a consumidores	1.483	2.144
Entregada a centrales lecheras	50.953	52.994
Total leche obtenida	54.879	57.924

TABLA 4
Nº DE HEMBRAS ORDEÑADAS Y PRODUCCIÓN DE LECHE EN LOS DOS PRIMEROS TRIMESTRES DE 1995 PARA LAS DIFERENTES RAZAS (BIAP, 1995)

	ENERO-FEBRERO-MARZO		ABRIL-MAYO-JUNIO	
RAZAS DE ORDEÑO	HEMBRAS ORDEÑADAS	TOTAL LECHE	HEMBRAS ORDEÑADAS	TOTAL LECHE
Murci.-Grana.	146.330	15.802,7	161.735	19.958
Malagueña	161.880	18.548,1	149.650	24.932
Otras razas	234.942	20.528,7	248.883	16.350
Total	543.152	54.879,5	560.268	61.240
% Censo	77,20		80,03	

TABLA 5
PRODUCCIONES MEDIAS DE LAS CABRAS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA Y MALAGUEÑA EN CONTROL LECHERO EN ANDALUCÍA. DATOS OBTENIDOS A PARTIR DE 14.000 Y 10.000 LACTACIONES RESPECTIVAMENTE

CONCEPTO	MALAGUEÑA	MUR.-GRAN.
Producción tipificada a 240 días (Kg.)	347	340
Duración de la lactación (días)	228	197
Producción media diaria(Kg.)	1,61	1,88
% grasa	4,52	4,57
% proteína	3,77	3,33
% Extracto seco	14,04	12,69

TABLA 6
Nº DE HEMBRAS ORDEÑADAS Y CONTROLADAS EN LOS 4 TRIMESTRES DE LOS AÑOS 1993 Y 1994 (BIAP Y DATOS PROPIOS)

	Raza MALAGUEÑA				MURCIANO-GRANADINA			
Año	1993		1994		1993		1994	
Tipo	Ordeña	Control	Ordeña	Control	Ordeña	Control	Ordeña	Control
1º Trim.	131.417	3.440	120.332	5.247	196.924	2.946	172.146	3.427
2º Trim.	109.262	4.298	130.271	6.454	200.350	3.053	155.282	3.700
3º Trim.	100.826	2.759	124.850	3.690	202.700	2.119	169.960	2.325
4º Trim.	46.051	2.721	127.959	3.719	177.559	2.547	161.901	2.034

taciones de mayor tamaño y más avanzadas. No obstante, es frecuente el uso del mandil como sistema de control de la monta, permaneciendo en este caso los machos con las hembras durante todo el año.

– La base territorial de las explotaciones que siguen este sistema de producción suele ser de media a grande (más de 50 Has.).

– Las parideras se planifican en ciertas épocas del año y los cabritos se amamantan de forma natural. En los últimos años se esta empezando a utilizar la lactancia artificial.

– El sistema de ordeño es manual o mecánico según las explotaciones y se realiza una o dos veces al día. Existen explotaciones que ordeñan 2 veces en la fase de lactación más productiva y una en la fase menos productiva.

– Existen en este caso explotaciones familiares y también explotaciones con asalariados.

– Los animales permanecen en las instalaciones durante la noche, durante el ordeño y en ciertas épocas del año (parte del invierno y durante las parideras).

Sistema de producción Intensivo

En los últimos años está surgiendo un sistema de explotación en el que los animales están totalmente estabulados y no salen a pastoreo. Este sistema trata de maximizar el potencial productivo de los animales a costa de incrementar el control y los insumos del sistema. Las características fundamentales de este sistema son:

– Los animales están totalmente estabulados y no salen a pastoreo.

– Se realiza la separación de machos, incluso en algunos casos, la monta dirigida.

– Suelen ser explotaciones de tamaño medio o grande (más de 150 animales).

– El ordeño se realiza de forma mecánica y durante dos veces al día.

– La lactancia de los cabritos suele ser artificial.

– Se trata de explotaciones familiares y en aquellas de gran tamaño (>1000 animales) tienen personal asalariado.

Control lechero

En la tabla 6 se describen los censos de cabras controladas de las dos razas. El número de ganaderías en control era de 60 de la raza Malagueña y 80 de la raza Murciano-Granadina en 1994.

En ganado caprino, el control lechero es la herramienta fundamental para poder aplicar la mejora genética, de modo que la precisión de las evaluaciones genéticas, depende básicamente de la calidad del control lechero. Paralelamente, los controles de producción suponen la introducción de sensibles mejoras en las ganaderías ya que contemplan el seguimiento genealógico de los animales del rebaño, la detección de las cabras improductivas y, sobre todo, un flujo de información al ganadero sobre el estado sanitario de sus reproductores, campañas de saneamiento, etc.

Los caracteres controlados son:

* Cantidad de leche producida medida en kilogramos o litros.

* Parámetros de calidad de la leche:

- Tasa (%) de proteína
- Tasa de grasa
- Extracto seco

El control lechero oficial es el denominado internacionalmente A4, que consiste en un registro de periodicidad mensual en el cual se pesa o mide volumétricamente la leche producida por cada cabra controlada en 24 horas. Así en las ganaderías de ordeño manual se pesa la leche producida individualmente por cada cabra mediante un dinamómetro de precisión. En las explotaciones donde esté instalado el ordeño mecánico, se adaptan unos medidores volumétricos a la ordeñadora, registrándose la producción en litros. Las lactaciones se calculan en kg., por lo que las producciones obtenidas en litros necesitan ser transformadas en kg. (1 litro equivale a 1033 gramos).

En las ganaderías con rutina de ordeño único diario, el controlador realiza una visita mensual (30 ± 3 días) donde registra la producción de cada reproductora en ese ordeño. En las explotaciones donde se ordeña al rebaño dos veces al día, se registran las producciones sólo uno de los dos ordeños y se estima la producción del ordeño no controlado. Estos métodos son conocidos como AM/PM y existen diversas variantes. En nuestro caso se utiliza el control alterno de mañana y tarde.

Cada cabra es susceptible de ser controlada desde diez días después del parto, hasta la fecha de secado. Oficialmente se considera seca a una cabra cuando en 24 horas produce menos de 500 gr.

Para los parámetros de calidad de la leche, se toma una muestra individual de leche el mismo día del control, se le añade un conservante que no altere las propiedades de la leche y se envía refrigerada al Laboratorio. El laboratorio realiza el análisis de la composición de la leche mediante el Milkoscan, obteniendo la información de las cantidades de materia grasa, proteína y extracto seco de cada muestra de leche. Estos datos se informatizan junto a las producciones obtenidas en el control, y se calculan las tasas proteicas y de materia grasa.

La función del controlador se sintetiza en los siguientes puntos:

- Identificar cada animal controlado con su tatuaje en oreja o placa de identificación.

- Anotar la fecha y tipo de parto de cada reproductora.

- Indicar si está amamantando o no y el número de cabritos en caso afirmativo.

– Registrar las posibles incidencias en el momento del control (animal enfermo, etc.).

– Medir la producción de cada animal.

– Tomar una muestra de leche para el posterior análisis de sus componentes.

La leche producida a largo de una lactación se estima mediante el método Fleischmann el cual está basado en los controles de producción. Dicho método estima la producción total por tramos. Ésta es la forma de obtener la producción bruta, o sea, la producción total de la cabra en un período determinado. Pero para poder comparar las lactaciones de diferentes animales, éstas deben estar referidas a un mismo período de duración. Es decir hay que tipificar las producciones a un número de días común. En la actualidad las lactaciones se tipifican a 240 días. Estos cálculos son similares para la cantidad de materia grasa y proteína.

Condicionantes y limitaciones derivadas de los sistemas de producción y del nivel de formación de los ganaderos que inciden en la fiabilidad de los Controles Lecheros

Falta de formación de los ganaderos

La baja formación media de los ganaderos unida a una falta de colaboración por parte de algunos de ellos se traduce en una falta de registros de información fiables en las explotaciones. No es frecuente que se registren todos los datos de parideras, cubriciones, etc.Suelen faltar, o ser inexactos, datos sobre - Fechas de parto, fechas de secado, muerte o venta de animales, número de orden de lactación, número de cabritos nacidos, etc.

Todo esto supone una dificultad añadida cuando se pretende disponer de toda la información necesaria para realizar las valoraciones genéticas. En este sentido surgen tambien dificultades en lo que se refiere a la información correspondiente a la identificación de las madres de los animales de reposición, ya que algunos ganaderos no están dispuestos a realizar la identificación al nacer los cabritos.

Sistema de amamantamiento de los cabritos

El sistema generalizado es el amamantamiento natural hasta aproximadamente los 30-45 días en que los cabritos alcanzan el peso de 8-10 Kg. y se venden para ser sacrificados. La reposición continua mamando hasta aproximadamente los 3 meses de edad. Este sistema plantea problemas a la hora de realizar los primeros controles (fundamentalmente el primero), ya que los cabritos se alimentan de la leche que suministran sus madres y si no es suficiente de las de otras hembras. Por tanto es difícil conocer exactamente cuantos cabritos están mamando de cada hembra. Esto quiere decir que cuando se realiza este primer control (debe realizarse entre los 10 y 45 días desde el parto), a la leche que produce la hembra hay que añadirle la leche consumida por los cabritos, que como ya dijimos, es difícil cuantificar debido a que no se conoce cuantos cabritos mamaron de cada hembra y además las funciones que estiman el consumo de leche del cabrito no son muy exactas. Este problema se solucionaría con la utilización de la lactancia artificial, que de momento no está muy extendida.

Si no se conoce con exactitud el primer control, es difícil estimar correctamente las lactaciones completas de cada hembra y por

tanto su producción. Esto supone un grave problema a la hora de valorar los animales. En un estudio reciente, realizado por nuestro grupo, con datos de ordeños, tomados 3 veces por semana, de cabras en granja experimental cuyos chivos fueron criados con lactancia artificial, se analizó cual podría ser el modelo de estimación de la producción por lactación más adecuado, suponiendo que se desconoce la producción del primer control y que ésta se estima por diferentes vías:

– Se prescinde del valor del primer control y se aplica Fleischmmann con el resto de controles (INC).

– Se estima la producción en el primer control a partir de una regresión realizada con los demás controles (RGTC).

– Se supone el primer control al día siguiente del parto y se le da un valor igual al termino independiente de la regresión (RGTI).

– Se clasifican los animales en estratos según el número de orden de lactación y el mes de parto, y a cada estrato se le ajusta una función de Wood. Se supone que el valor del primer control es el equivalente al valor de la función de Wood, en el estrato a que pertenece la hembra, para el día de realización de este primer control (WDTC).

– Se realiza el mismo procedimiento que el caso anterior pero se supone que el primer control se realiza el día correspondiente al máximo valor de la función de Wood ajustada (WDPI).

– Se supone que la producción en el primer control es equivalente a la leche consumida por tantos cabritos como parió la cabra, estimada con una función de la edad de los cabritos y de la riqueza en grasa de la leche en ese control (CRI30).

Para todos estos casos se comparó la clasificación de los animales que se obtenía con la producción estimada con la clasificación obtenida con las producciones reales registradas. Para ello se utilizo el siguiente estadístico:

donde : $\frac{\sum_{1}^{n} |u - u'|}{n}$

u = rango de producciones reales

u' = rango de producciones estimadas

n = n° de lactaciones.

En la tabla 7 se pueden observar los resultados

Esta misma comparación se realizó, no sólo con la clasificación obtenida con las producciones, sino tambien con la obtenidas con los valores BLUP predichos a partir de las producciones reales y de las producciones estimadas. Además se incluyó la clasifi-

TABLA 7
RESULTADOS DEL ESTADÍSTICO DE COMPARACIÓN DE LAS CLASIFICACIONES DE LOS ANIMALES OBTENIDAS CON LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTUDIADOS CON LA CLASIFICACIÓN OBTENIDA CON LAS PRODUCCIONES REALES

TIPO DE ESTIMACIÓN	VALOR ESTADÍSTICO
INC	17,70
RGTC	20,51
WDTC	20,97
RGTI	21,05
WDPI	19,52
CRI30	25,84

Datos calculados a partir de 478 animales

TABLA 8
RESULTADOS DEL ESTADÍSTICO DE COMPARACIÓN DE LAS CLASIFICACIONES DE LOS ANIMALES, SEGÚN PREDICCIONES BLUP, OBTENIDAS CON LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTUDIADOS CON LA CLASIFICACIÓN OBTENIDA CON LOS VALORES BLUP CORRESPONDIENTES A LAS PRODUCCIONES REALES

TIPO DEL ESTIMACIÓN	VALOR ESTADÍSTICO
INC	16,33
RGTC	18,68
WDTC	19,15
RGTI	19,56
WDPI	17,99
CRI30	18,30
LLACTA	17,58

Datos calculados a partir de 331 lactaciones

cación que se obtuvo al utilizar la producción calculada desde los 45 días en adelante (LLACTA). Los resultados de los resultados se recogen en la tabla 8.

De los resultados podemos concluir que, en tanto en cuanto no se puedan conocer con exactitud el número de cabritos amamantados por cada animal y la leche consumida por cada cabrito o se generalice el uso de la lactancia artificial, la mejor aproximación es prescindir del dato del primer control y calcular la lactación con el resto de controles.

Número de ordeños diarios

El factor número de ordeños es un factor significativo en cuanto a la producción de leche se refiere. El sistema de un ordeño o de dos ordeños diarios no plantea problemas para la mejora ya que este factor se puede incluir como un factor fijo en el modelo de valoración. El problema surge en aquellas ganaderías en las que se utilizan simultáneamente ambos sistemas a lo largo de la lactación de cada cabra, ya que no se pueden clasificar dentro de una de estas dos categorías de número de ordeño. Para corregir este problema habría que introducir una nueva clase que sería la de ordeño mixto. Pero el tiempo de aplicación del doble ordeño no es el mismo en todos los años ni incluso en todos los animales lo que dificulta el sistema.

Variabilidad de los sistema productivos

La gran variabilidad de sistemas productivos da lugar a que exista gran variabilidad en las formas de la curva de lactación entre los animales. De esta manera el pico de lactación es muy variable tanto en magnitud como en su localización en el tiempo. La persistencia de la curva de lactación también es muy variable y cambia con los años para un mismo animal. Así, el momento en el que se realice el primer control válido influye más o menos en la precisión según estas características de la curva de lactación. Esto nos plantea la conveniencia de incluir en el modelo de valoración un factor con niveles clasificados según el tiempo transcurrido desde el parto al primer control utilizado en el cálculo de la lactación. La dificultad estriba en definir los niveles más adecuados de este factor.

Programa de mejora genética

El programa de mejora genética adoptado por las asociaciones de criadores de las

razas Murciano-Granadina y Malagueña se basa en la selección en raza pura. Sus características son las siguientes:

Objetivos de selección

La definición del objetivo de selección plantea los problemas que se derivan del mercado y del sistema de pago de la leche. En la actualidad los ganaderos venden la leche a la centrales lecheras y la fabricación artesanal de queso no es una práctica habitual. El sistema de pago se basa en la cantidad de leche, con una bonificación por tasa de grasa. De este sistema de pago se derivan unos criterios de selección que no son los óptimos para la fabricación de queso, ya que el principal factor limitante del rendimiento quesero de la leche es el contenido de proteína coagulable. Esta forma de pago es una consecuencia del predominio de la forma de pago de las centrales de procesado de leche de vaca, ya que la mayor parte de la leche de cabra se destina a complementar la de vaca en la fabricación de quesos de leche mezclada. En otros países, como Francia, la formula de pago de la leche de cabra considera el contenido de proteína y, es de suponer, que en un futuro próximo el mercado español establecerá sistemas similares de pago. Así pues, desde el punto de vista del ganadero, actualmente, los criterios de selección deben ser la cantidad de leche y el contenido graso, mientras que desde el punto de vista de las industrias queseras y, probablemente en un futuro también desde el punto de vista de los ganaderos, los criterios de selección tendrán que considerar el carácter contenido de proteína de la leche.

Como consecuencia, en la actualidad se deja la decisión relativa a los criterios de selección en manos del ganadero. A éste se le proporcionan valoraciones genéticas independientes para cada uno de los caracteres: cantidad de leche, cantidad de grasa y cantidad de proteína producida por lactación normalizada a 240 días y contenido (%) medio de grasa y proteína, para que él utilice la información que más le convenga para hacer la selección. No obstante, los ganaderos reciben unas indicaciones en el sentido de que utilicen siempre como criterio una combinación de cantidad y contenido y, nunca una de estas dos categorías sola.

Consideramos que sería deseable poder tener en cuenta un criterio morfológico relacionado con la longevidad productiva de las cabras (fundamentalmente características de morfología de ubre muy correlacionadas con dicha longevidad y con ausencia de patologías mamarias). Sin embargo, la calificación morfológica no está lo suficientemente extendida y estandarizada como para poder utilizar dicha información. Cada ganadero utiliza pues criterios subjetivos propios en este sentido.

Valoración genética de los reproductores

El método de valoración genética utilizado actualmente es el BLUP, modelo animal, con el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = RAE_j + NI_k + TP_l + NO_m + u_i + pi + e_{ijklm}$$

Donde:

Y Es el valor del carácter medido en el animal evaluado.

RAE Es el efecto rebaño-año estación, con un número variable de niveles en cada caso.

NL Es el efecto del número de lactación, con un número variable de niveles en cada caso (un nivel para cada lactación desde la 1ª

lactación hasta aquella que tenga un número suficiente de datos y a este último nivel se le añaden el resto de las lactaciones con pocos datos).

TP Es el tipo de parto o número de cabritos nacidos, con dos o tres niveles: según exista un número de datos suficiente correspondientes a partos triples o superiores.

NO Es el número de ordeños diarios con dos niveles: un ordeño diario y dos ordeños diarios. (Los pro lemas asociados a este factor ya se han discutido en un apartado anterior).

u Es el valor genético aditivo del carácter en el individuo valorado.

p Es el valor del efecto permanente.

e Es el error residual.

Se está estudiando la posibilidad de incorporar un factor más, el intervalo de tiempo entre el parto y el primer control considerado para estimar la producción. Su uso plantea cuestiones sobre las que se está investigando, tal y como se ha discutido en el apartado anterior.

Los resultados de las valoraciones se presentan en dos tipos de listados: Un catálogo de valores genéticos de machos, cuya información puede ser utilizada por los ganaderos en los concursos-exposición de sementales y una lista de las hembras de cada explotación, clasificadas en cinco grupos por sus valores genéticos. A cada una de las hembras se les asigna un símbolo en función del grupo en que se encuentra (cuatro, tres, dos una o ninguna estrella). La clasificación se hace en base al valor genético aditivo predicho, sin tener en cuenta el error de la predicción (si bien con la estructura de información disponible en la actualidad, casi todas las predicciones tienen la misma precisión).

Los parámetros genéticos utilizados en la valoración genética de los reproductores son los estimados por Analla y colaboradores para la raza Murciano-Granadina (Tabla 9). Se puede apreciar que las heredabilidadess obtenida en la población en la que se hizo el estudio son sensiblemente inferiores a los valores obtenidos por otros autores para otras razas (ANALLA *et al.* 1996).

Se está estudiando cual es el modelo de valoración más eficiente en diferentes situaciones relativas al nivel de información genealógica, conexión entre rebaños, y otras características de la población. Se analizan,

TABLA 9
HEREDABILIDAD, REPETIBILIDAD Y VARIANZA FENOTÍPICA (σ^2) DE CANTIDAD DE LECHE, CONTENIDO PROTEICO Y CONTENIDO GRASO, PARA LA RAZA MURCIANO-GRANADINA, OBTENIDO CON UN MODELO UNICARÁCTER (ANALLA *et al.*, 1996)

Carácter	h^2	SE	r	SE	σ^2
Cantidad de leche	0,18	0,04	0,39	0,08	10.887.711 (Kg.)^2
Contenido de grasa	0,16	0.04	0,36	0,05	0,697 (g./100g.)^2
Contenido de proteína	0,25	0,05	0,47	0,07	0,135 (g./100g.)^2

TABLA 10
SESGO (B, KG.) Y VARIANZA DEL ERROR DE PERDICIÓN (PEV) DE LOS VALORES DE MEJORA PREDICHOS EN EL CASO DE GANADERÍAS NO CONECTADAS (ANALLA *et al.*, 1995)

	Sel = 0%		Sel = 30%		Sel = 100%	
	B	PEV	B	PEV	B	PEV
SG+EG	-1,96	6543,12	21,30	8714,58	128,86	8417,05
SG-EG	-1,83	5895,10	21,39	7710,30	129,15	7181,58
CG+EG	0,33	5633,42	14,10	6536,51	96,66	6797,10
CG-EG	0,18	5654,22	14,10	6473,06	97,01	6297,59

+ EG, se incluye el efecto ganadería en el modelo
- EG, no se incluye el efecto ganadería en el modelo
Sel, % de granjas bajo selección
SG, sin genealogía
CG, con genealogía

TABLA 11
SESGO (B, KG.) Y VARIANZA DEL ERROR DE PERDICIÓN (PEV) DE LOS VALORES DE MEJORA PREDICHOS EN EL CASO DE GANADERÍAS CONECTADAS (ANALLA *et al.*, 1995)

	C32,S0		C100,S0		C32,S100		C100,S100	
	B	PEV	B	PEV	B	PEV	B	PEV
SG+EG	53,33	8567,85	129,75	3879,30	161,73	7509,13	251,45	3588,40
SG-EG	43,52	7515,87	129,79	4411,68	161,72	6634,11	251,29	4002,41
CG+EG	27,93	6568,49	112,75	3522,31	148,16	6265,15	223,88	3285,54
CG+EG	27,12	6172,48	125,55	5063,94	149,66	5903,68	241,64	4515,33

+ EG, se incluye el efecto ganadería en el modelo
- EG, no se incluye el efecto ganadería en el modelo
C, % de granjas conectadas
S, % de granjas bajo selección
SG, sin genealogía
CG, con genealogía

mediante simulación, diferentes modelos de valoración en diferentes situaciones respecto a los aspectos antes mencionados y se comparan los resultados de la clasificación de los animales obtenida con cada uno de ellos con la clasificación en función del verdadero valor genético.

Los primeros resultados indican que, cuando disponemos de ganaderías totalmente desconectadas y poca información genealógica (solo materna), no se debe incluir el efecto rebaño en el modelo de valoración (ANALLA *et al.* 1995) (Tablas 10 y 11).

TABLA 12
NÚMERO Y PORCENTAJE DE GANADERÍAS DE LA RAZA MURCIANO-GRANADINA ENCUESTADAS EN LAS QUE SE PRODUCEN LOS DIFERENTES TIPOS DE MOVIMIENTOS DE MACHOS (TAMAÑO MUESTRAL: 146. FECHA DE REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA: 1993)

	GRANADA	ALMERIA
Compran	12 (16,0%)	45 (68,1%)
Venden	11 (14,7%)	11 (16,7%)
Ni compran ni venden	55 (73,3%)	21 (31,8%)
Compran y venden	3 (4,0%)	11 (16,7%)
Intercambian	39 (52,0%)	12 (18,2%)

TABLA 13
ÍNDICE DE IMPORTANCIA (1) DADA POR LOS GANADEROS DE LA RAZA MURCIANO-GRANADINA ENCUESTADOS PARA LA ELECCIÓN DE LOS MACHOS DE REPOSICIÓN (TAMAÑO MUESTRAL: 146. FECHA DE REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA: 1993)

	GRANADA	ALMERIA
Tener mamellas	70	7
Nacidos acornes	67	20
Hijos de madre con la mejor producción	57	49
Morfología del cabrito	53	42
Estándar racial	53	29
Hijos de hembras con cualidades maternas	49	2
Nacidos de parto doble	39	
Hijos de padres con buena morfología	38	7
Hijos de padres que han tenido buenas hijas	36	7
Morfología de testículos y escroto	34	
Sexo de los hermanos mellizos	9	11
Época del año en que nace	9	18

(1) Índice que tiene en cuenta la frecuencia con que se cita el criterio y el orden que ocupa en la relación de criterios

Esquema de selección

En la actualidad, con el sistema de reproducción basado en la M.N. y, como consecuencia, sin posibilidades de disponer de control de paternidades, la única selección posible es la selección intra-rebaño. La información disponible para hacer la valoración genética de los machos es la de sus antepasados hembras (normalmente la madre), toda vez que la elección de los machos de reposición se hace durante su primer mes de vida y, normalmente, una vez elegidos permanecen en la ganadería un período comprendido entre 4 y 5 años. La información correspondiente a las hembras es la producción propia y la de todas sus parientes. La autoreposición de hembras es total y la de machos es bastante elevada en la raza Malagueña (apreciación subjetiva) y algo menos en la raza Murciano-Granadina (Tabla 12).

En estas circunstancias la valoración genética de los reproductores debería hacerse también intra-rebaño. Sin embargo, teniendo en cuenta que no ha existido una selección planificada, a excepción de la realizada por los ganaderos, que frecuentemente se basa en criterios diferentes de los considerados en el programa de selección propuesto (Tabla 13), no cabe esperar que existan grandes diferencias de nivel genético entre las ganaderías. Así pues, la valoración genética se hace con el conjunto de los datos de todas las ganaderías en control y la elección de los sementales

Para poder hacer un mejor uso de los mejores machos seleccionados, las asociaciones de criadores de las dos razas propusieron el establecimiento de sistemas de recría colectiva de los cabritos. Éstos se recogerían en las ganaderías después del destete (entre los 45 y 60 días de vida), se llevarían a una explotación o centro de recría, donde se les haría un seguimiento de crecimiento y, en la pubertad, de características seminales. De estos centros (uno por cada raza), los machos jóvenes se redistribuirían entre las diferentes ganaderías evitando aquella donde nacieron.

En la figura 1 se puede ver el programa de selección que han adoptado las asociaciones de criadores de las dos razas.

Donde:

S1 = Selección de hembras élite (Madres de machos de recría).

S2 = Selección de hembras para madres de reposición solo de hembras (para completar necesidades de reposición de hembras).

S3 = Selección de machos de recría para cubrir necesidades de reposición de machos en el núcleo de selección.

C1 = Cubrición con los machos de recría, con los mejores índices genéticos.

C2 = Cubrición con cualquier tipo de machos de la propia ganadería.

Se han llevado a cabo ensayos aislados de introducción de la I.A. en algunas de las ganaderías en control. Los resultados no han sido muy esperanzadores hasta el momento, fundamentalmente por no haberse abordado el problema con una metodología adecuada. No obstante, tanto las asociaciones de criadores como los técnicos de la Administración implicados en los trabajos de control lechero y selección de las dos razas, están convencidos de la necesidad de utilizar la I.A. como instrumento de la selección.

En trabajos de simulación realizados por nuestro equipo se ha encontrado que la respuesta a la selección del carácter cantidad de leche producida aumenta alrededor de un

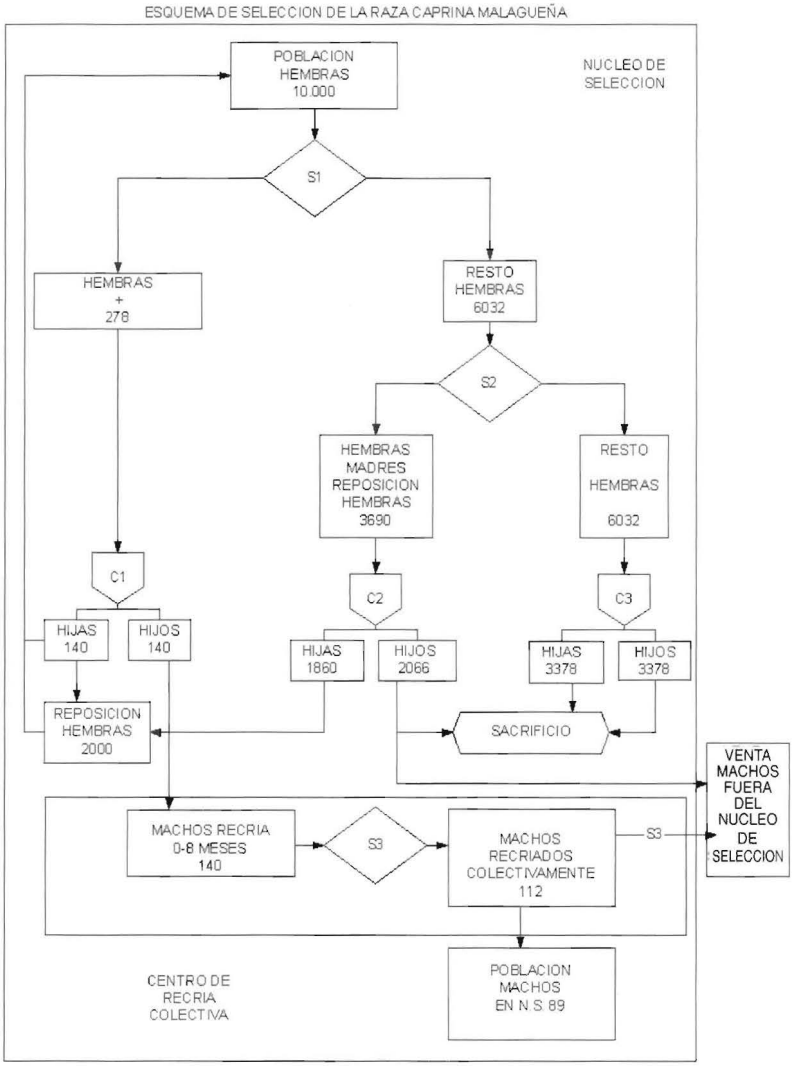


Figura 1. Esquema de selección con Monta Natural

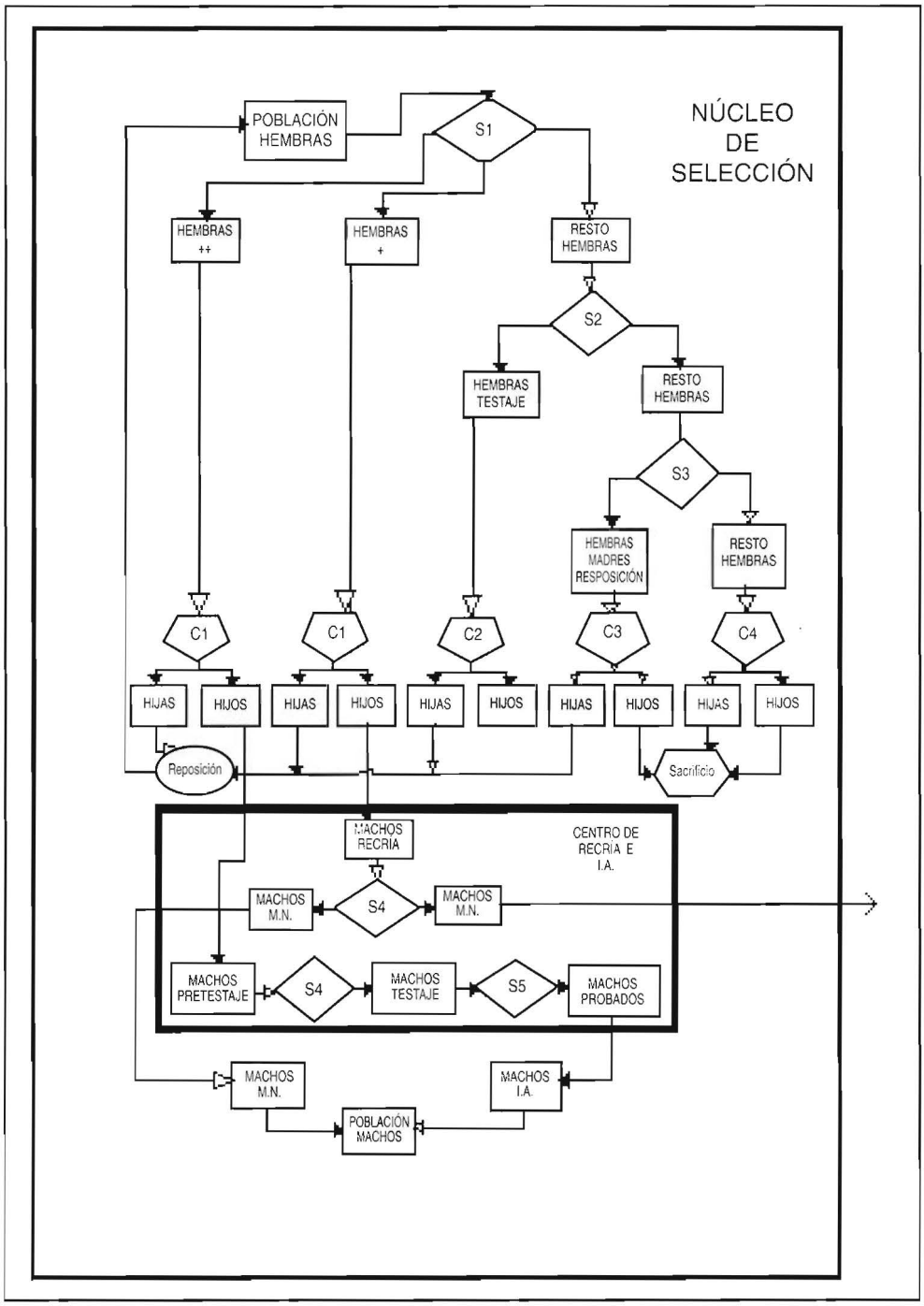


Figura 2. Esquema de selección con Inseminación Artificial

40% al utilizar la I.A. Las correspondientes respuestas para los caracteres contenido, (%) de grasa y de proteína, aumentan alrededor de un 43%

Teniendo en cuenta que es difícil pensar que la I.A. se generalice en el ganado caprino como método casi exclusivo de reproducción, como lo está en el ganado vacuno, se ha planteado la posibilidad de que en un futuro próximo se pueda llevar a cabo un esquema de selección como el de la Figura 2, en el que la reposición de machos se obtenga mediante un sistema mixto de I. A. con machos en prueba de descendencia y machos probados y machos para M.N., hijos de éstos últimos.

Donde:

S1 = Selección de hembras élite.

S2 = Selección de hembras para su inseminación con machos en testaje.

S3 = Selección de hembras para madres de reposición solo de hembras (para completar las necesidades de reposición de hembras).

S4 = Selección de machos de recría y testaje para M.N.

S5 = Selección de machos en testaje.

C1 = Cubrición mediante I.A. con semen de machos probados.

C2 = Cubrición mediante I.A. con semen de machos en prueba.

C3 = Cubrición mediante M.N. con los machos de la propia ganadería que procedan de la recría colectiva.

C4 = Cubrición con cualquier tipo de machos de la propia ganadería.

En la actualidad nuestro grupo esta tratando cuantificar, mediante simulación, cual es la ganancia genética esperada, si se plantea un esquema basado en la monta natural y la selección intra-rebaño como el que se aplica actualmente y si se aplica un sistema basado en la inseminación artificial únicamente. También se evalúa la incidencia de aspectos como la conexión de las ganaderías, el nivel de información genealógica o el nivel genético medio de las ganaderías de la población inicial.

Grado de aplicación y factores que limitan el desarrollo del programa de mejora

Grado de aplicación del Programa

El programa de mejora comenzó en el año 1991, con una reestructuración de los controles lecheros. Es en este año cuando la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía estableció, mediante convenio con la Universidad de Córdoba, la infraestrutura para el procesamiento informático de los controles. Posteriormente, en el año 92, dicha Consejería creó los laboratorios de Control Lechero de Málaga (para la raza Malagueña) y de Granada y Almería (para la raza Murciano-Granadina). Por otra parte, las asociaciones de criadores de las dos razas, después de una reestructuración, asumieron la gestión del Libro Genealógico y pusieron en marcha una serie de programas de asistencia sanitaria, complementarios de sus actuaciones relacionadas con la mejora de la raza.

La fiabilidad de los controles ha mejorado considerablemente en los últimos cinco años, se ha pasado de más de un 50% de datos no válidos a algo menos de un 25%. Su disponibilidad, en forma de bases de datos, y su accesibilidad para los ganaderos y técnicos es prácticamente total.

La fiabilidad del Libro Genealógico sigue siendo escasa. Las paternidades son en su casi totalidad falsas y las maternidades lo son también en un porcentaje no determinado, pero que se estima elevado, como consecuencia de las circunstancias ligadas a los sistemas de manejo que se mencionaron anteriormente. Por lo que la información del Libro Genealógico de que disponen las asociaciones de criadores es prácticamente inutilizable en el Programa de Mejora.

Finalmente, el grado de utilización por parte de los ganaderos de los listados de valoraciones genéticas que se les entregan, aunque ha mejorado en los dos últimos años, como consecuencia de un decreto de ayudas a la reposición de cabras bien valoradas de la Consejería de Agricultura, sigue siendo insuficiente. Muchos ganaderos siguen teniendo dificultades para comprender el uso de valores no directamente evidentes, como las producciones o aspectos morfológicos directamente visibles, como criterios de selección. Además, los ganaderos están más interesados, normalmente, en la asistencia que reciben de las asociaciones de criadores en materia de sanidad que en el Programa de Mejora.

A todo esto hay que añadir que todo el programa depende en su totalidad de la financiación pública (fundamentalmente ayudas a través de convenios con la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, subvenciones del Ministerio de Agricultura y Pesca para la gestión del Libro Genealógico y para el Control Lechero), por lo que cuando los pagos se retrasan o las ayudas se ven recortadas, como ocurre en la actualidad, todo el Programa se resiente.

Factores que limitan el desarrollo del Programa

Existen una serie de factores que se derivan de la estructura de los sistemas producción, de los sistemas de manejo del ganado y de la escasa formación e interés de los ganaderos que inciden negativamente en los procesos de valoración y selección. En orden ascendente de importancia son:

– El sistema de lactancia natural de los cabritos hace que el control que se realiza durante dicha fase no sea indicativo de la producción de la cabra y sea necesario estimar la producción de la primera fase de la lactación con el segundo control, tal y como se ha discutido en la primera parte de este trabajo. El segundo control tiene lugar un número de días después del parto que puede variar entre 45 y 65 (en algunos casos más). Esto incide en la cantidad de leche estimada. En trabajos experimentales realizados con controles semanales (HERNÁNDEZ, 1991), se ha observado que considerando el intervalo entre el parto y el primer control válido como un factor fijo, éste resulta significativo. El problema estriba en la adecuada definición de los niveles de este factor, ya que la incidencia de dicho intervalo en la estimación de la producción depende de cuando se produce el pico de la lactación y esto, según los datos de que se dispone (HERNÁNDEZ, 1991; DÍAZ, 1993) es muy variable.

– La frecuencia diaria de ordeños no es siempre constante a lo largo de toda la lactación. Existen ganaderos que practican el doble ordeño durante la fase más productiva de la lactación y el ordeño simple en el resto. El momento del cambio varía de unos ganaderos a otros y, aún para un mismo ganadero, de unas cabras a otras. Por lo tanto, la definición de los niveles del factor número de ordeños (ordeño simple y doble) no responde exactamente a la realidad.

– El sistema de lactancia natural de los cabritos que se dejan como reposición es tal que éstos están mamando tanto de la madre como de cualquier otra cabra (frecuentemente el propio ganadero o pastor arrima a dichos cabritos a las cabras más productoras). Esto puede dar lugar a una subestimación de las producciones de las cabras mejores y, por tanto, a una infravaloración de éstas.

– La ausencia de fiabilidad en las maternidades introduce un sesgo importante en las valoraciones. Actualmente este sesgo no es muy elevado, porque aún no se dispone de series prolongadas de controles y muchos animales resultan evaluados sólo por su propio rendimiento. Sin embargo, a medida de que se disponga de más datos históricos, la incidencia de las ascendencias y descendencias erróneas en la valoración será mayor.

– La ausencia de genealogías paternas da lugar a una menor fiabilidad y precisión de las valoraciones, pero sobretodo, da lugar a un desconocimiento de las conexiones entre rebaños, si éstas existen. Esto plantea el problema de la validez de llevar a cabo una valoración conjunta de todos los animales de todos los rebaños, que ya se ha discutido anteriormente, y el problema de la corrección del efecto rebaño. Esta corrección implica tanto a las diferencias de índole ambiental como genéticas entre los rebaños. Las diferencias genéticas entre rebaños solamente pueden ser corregidas cuando están genealógicamente conectados. Este tema se tratará en el siguiente apartado.

– Aún en las mejores circunstancias, incluso suponiendo posible el control de paternidad, la M.N. como método reproductivo impone serias limitaciones al progreso genético esperable con el programa de selección. Solamente el uso de la I.A. permitiría superar estas limitaciones.

– La poca conexión entre rebaños, dificulta la corrección del efecto rebaño a la hora de realizar las valoraciones genéticas y contribuye a que la única selección realizable en la práctica sea la selección intra-rebaño.

– El censo de cabras controlado en cada una de las dos razas no supera, en el mejor de los casos, el 4% del censo, si se tiene en cuenta además que no todas las cabras tienen datos válidos, el porcentaje de cabras con controles efectivos para la selección se reduce. Los núcleos de selección son de un tamaño demasiado reducido para tener una incidencia significativa en el conjunto de la raza.

– Existe una gran diversidad de sistemas de producción y condiciones ambientales, tal y como se describió en la primera parte de este trabajo. Morfológicamente, se han encontrado diferencias significativas entre las variedades o ecotipos denominadas "de vega" y las "de montaña" en la raza Murciano-Granadina. Cualquier ganadero de la raza Malagueña conoce las diferencias que existen en la morfología y aptitudes productivas entre la variedad de esta raza denominada "de costa" (correspondiente a zonas con estabulación casi permanente y sistemas intensivos) y el resto. En el caso, más que probable, de que existan interacciones genotipo-ambientales para los caracteres productivos y morfológicos, es cuestionable que deba hacerse la valoración genética y la selección conjuntamente para todas estas variedades.

– El tamaño reducido de las explotaciones de caprino lechero en Andalucía es otra limitante. Hay que tener en cuenta que el 50% de las explotaciones de caprino en Andalucía son de menos de 50 cabras, cons-

tituyendo el 14% del total de l censo (Tabla 14). Esto supone que existe un gran número de ganaderías de tamaño pequeño que dificulta la puesta en marcha de un programa de mejora, sobretodo si se tiene en cuenta que la única selección posible en la actualidad es la selección intra-rebaño.

Investigaciones sobre el desarrollo de nuevos criterios de selección basados en los polimorfismos de las caseínas

Dado que el principal destino de la leche de cabra es su transformación en queso, el objetivo de la selección debe de estar orientado a incrementar la producción de este producto, tal y como se ha mencionado en un apartado anterior. Todos los tipos de queso tienen como factor limitante del rendimiento leche-queso el contenido de proteínas coagulables (caseínas) de la leche y, por tanto, éste debe de ser el principal criterio utilizado en la selección. Sin embargo, el contenido de caseínas de la leche ha sido hasta hace poco un carácter difícil de medir, por lo que se ha sustituido por el contenido de proteínas totales, que está genética y positivamente correlacionado con él, pero que se puede medir en aparatos automáticos. En la actualidad se está tratando de resolver este problema por dos vías: La primera consiste en la utilización de sistemas de análisis del contenido de caseínas en la leche mediante espectrofotómetros en el infrarrojo medio y cercano que permiten el análisis rutinario de un gran número de muestras en poco tiempo, de una manera similar a como se analizan la grasa y la proteína. La segunda vía se basa en la utilización de las diferencias existentes en el contenido de caseínas en la leche procedente de animales con distintos genotipos de los genes que codifican la síntesis de estas proteínas.

En relación con la primera vía, nuestro equipo ha calibrado un espectrofotómetro que trabaja con radiación en el infrarrojo cercano (NIR Systems 6500), empleando la información espectral de 750 valores de longitud de onda, para la predicción de los contenidos de grasa, lactosa, proteína total, caseínas totales y de cada una de las tres fracciones caseínicas: caseína as, caseína b, caseína k. Los parámetros correspondientes a estas calibraciones quedan reflejados en la tabla 15.

Las proteínas de la leche se pueden dividir en dos grandes grupos: las proteínas del suero (α-lactoalbúmina y β-lactoglobulina) y las caseínas (α_{s1}, α_{s2}, β y κ). En la caseína as1 caprina se han descubierto una serie de formas alélicas, las más frecuentes de las

TABLA 14
DISTRIBUCIÓN SEGÚN ESTRATOS DE TAMAÑO DE REBAÑO DEL NÚMERO Y PORCENTAJE DE GANADERÍAS Y CABRAS (BIAP, 1992)

N° de cabras	1-29	30-49	50-99	100-199	200-399	>400
Ganaderías	4.485	1.961	3.012	2.224	834	193
(%)	35	15	24	18	7	1
Cabras	59.112	74.471	209.922	294.890	216.345	114.395
(%)	6	8	22	30	22	12

TABLA 15
DESCRIPTORES ESTADÍSTICOS DE LAS CALIBRACIONES Y VALIDACIONES DEL NIR PARA LAS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LECHE DE CABRA

	Calibración					Validación					
	N	Media	CV	R2	SEC	N	Media	CV	R2	Sesgo	SEP
Proteína	50	3,42	3,5	0,92	0,12	42	3,4	4,39	0,92	0	0,15
Caseína	50	2,45	7,9	0,93	0,19	42	2,38	12,0	0,87	-0,05	0,29
Grasa	50	4,00	4,5	0,92	0,178	42	3,93	6,5	0,91	0,03	0,26
Lactosa	50	4,98	1,0	0,98	0,005	44	4,97	1,8	0,92	00	0,09
Cas-as	48	0,77	4,9	0,90	0,04	33	0,80	7,4	0,86	0,091	0,06
Cas-b	48	1,13	3,7	0,94	0,04	29	1,11	5,5	0,92	-0,012	0,06
Cas-k	48	0,39	5,4	0,92	0,02	28	0,34	13,5	0,86	-0,010	0,05

SEC:Error típico de la estimación en la calibración. SEP: Error típico de la predicción en la validación
Fuente: DIAZ-CARRILLO y cols. (1993)

cuales se denominan A, B, C, D, E, F y 0 (alelo nulo), En cabras en estación experimental de las razas Alpina y Saanen francesas, se ha encontrado una relación entre estas formas alélicas y las tasas de síntesis de las caseínas, tal y como se describe en la tabla 16. Trabajos experimentales más recientes llevados a cabo en el mismo rebaño confirman el efecto favorable del alelo A sobre la cantidad de proteína y sobretodo sobre el contenido (%) de proteína en la leche, en relación a la influencia desfavorable del alelo F, si bien las magnitudes de esta influencia son algo diferentes de las reseñadas anteriormente (BARBIERI y cols., 1995). En este mismo trabajo se indica que cuando se estima la heredabilidad de los caracteres de producción y contenido de proteína con un modelo mixto, que incluye los efectos poligénicos y los efectos del gen de la caseína α_{s1}, la heredabilidad y la correlación genética entre estos caracteres tienen una magnitud menor.

Los trabajos preliminares realizados con las razas españolas indican también la existencia de una relación entre los genotipos de la caseína α_{s1}, y la tasa de proteína y de caseína en la leche (Tabla 17). No obstante, estos resultados no pueden considerarse definitivos, por estar basados en un tamaño muestral pequeño y con datos procedentes de tres razas distintas mezclados. En un trabajo realizado con datos de una sola raza, la cabra Payoya, se observó que el polimorfismo de la caseína α_{s1} solamente influía sobre la tasa de caseína total, la de caseína α_{s1} y sobre la tasa de caseína β. (DIAZ CARRILLO (1993). En la actualidad se están realizando estudios con un mayor número de animales de genotipo conocido para las caseínas en las razas españolas, principalmente la Malagueña.

Aunque no está plenamente demostrado, se han observado algunas evidencias de que puede existir un polimorfismo genético de la caseína k con dos formas alélicas (DI LUCIA y cols., 1990; ANGULO y cols., 1994).

TABLA 16
CLASIFICACIÓN DE LOS ALELOS DE LA CASEÍNA α_{S1} SEGÚN EL NIVEL DE SÍNTESIS DE CASEÍNA

Contenido de caseína de la leche	Alelo α_{S1}	Tasa media caseína
Alto	A, B y C	3,6 g./l.
Medio	E	1,6 g./l.
Bajo	F y D	0,6 g./l.
Nulo	O	Ausencia α

Fuente: Grosclaude y cols. (1987)

TABLA 17
MEDIAS MÍNIMO CUADRÁTICAS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS INFLUIDAS POR EL GENOTIPO DE LA CASEÍNA α_{S1}

Genotipos	N	% caseína total	% caseína α_{s1}	% caseína β
AE	9	2,73 b	1,01 a	1,34 b
BB	22	2.85 a	0,97 a	1,45 a
BE	18	2,74 b	0,92 b	1,44 a
EE	15	2,81 b	0,97 a	1,43 a

(Valores con letras distintas son significativamente diferentes con $p<0,05$
Fuente: DÍAZ-CARRILLO y cols. (1995)

El efecto de este polimorfismo ha sido estudiado en la raza Payoya. Los resultados relativos a las cantidades de leche, caseína total y caseína α_{s1}, producidos por lactación, que son los que resultaron significativos en el análisis, se muestran en la Tabla 18.

En la tabla 19 se describen las frecuencias con que se encuentran estos alelos en varias razas francesas y españolas. Como puede verse en dicha tabla, en las razas francesas predominan los alelos con una tasa media y baja de caseína, mientras que en las españolas, particularmente en la raza Canaria, predominan los alelos con una tasa de caseínas media y alta.

Este polimorfismo de la caseína α_{s1} lleva asociadas también diferencias en las propiedades de la leche en el proceso de su transformación en queso. Las diferencias de rendimiento en queso fresco de la leche entre el alelo A y el E y entre el A y el F son del 8,2% y 17,7% respectivamente. Los quesos producidos con leche procedente de animales con genotipos con los alelos de alto contenido en caseínas son menos grasos, menos firmes y con menor sabor típico a cabra que los quesos procedentes de los alelos asociados a tasas de síntesis de caseína media y baja (VASSAL y cols., 1994).

En las razas españolas no existen datos sobre una relación directa entre el genotipo

TABLA 18
MEDIAS MÍNIMO CUADRÁTICAS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DE LA RAZA PAYOYA QUE RESULTARON AFECTADAS SIGNIFICATIVAMENTE POR EL POSIBLE POLIMORFISMO DE LA CASEÍNA K

Genotipo	N	Producción leche	Producción caseína	Producción caseína α_{s1}
AA	19	319 b	9,12 b	2,9 b
AB	12	301 b	8,11 b	2,7 b
BB	3	593 b	15,32 a	5,4 a

Medias con letras diferentes son significativamene distintas con P<0,05
Fuente: ANGULO y cols. (1994)

TABLA 19
FRECUENCIAS ALÉLICAS DE LA CASEÍNA α_{s1} EN VARIAS RAZAS DE CABRAS

(N)	Saanen (159)	Alpina (213)	Murc-Gran (109)	Malagueña (373)	Payoya (111)	Canaria (74)
A	0,07	0,14	0,08	0,09	0,05	0,28
B	0,06	0,05	0,23	0,09	0,19	0,32
C		0,01				
D+0	0,03	0,05	0,02	0,13		0,20
E	0,41	0,34	0,59	0,65	0,76	0,20
F	0,43	0,41	0,08	0,04		

Fuente: JORDANA Y cols. (1996)

de la caseína α_{s1} y las características tecnológicas y el rendimiento de la leche en su transformación en queso. En la actualidad se está desarrollando un trabajo en este sentido, en el que se está haciendo un seguimiento de la leche ordeñada de cabras de genotipo conocido. Con la leche individual se hacen quesos de aproximadamente medio kilo. Sucesivas muestras de leche recogidas a lo largo de la lactación de cada animal se están analizando con un tromboelastógrafo. Simultáneamente, para poder analizar un mayor número de muestras, se está poniendo a punto la calibración con el NIRS de varios parámetros reológicos: pH, tiempo de coagulación (TC), firmeza de corte a los 20 minutos (K20,), firmeza de cuajada a los 30 y 60 minutos (a_{30} y a_{60}) y rendimiento total (RT). Resultados preliminares de dicha calibración pueden verse en la tabla 20.

La información existente hasta el momento, en relación con las variantes genéticas de las caseínas y de las relaciones existentes entre éstas y las propiedades tecnológicas de la leche y el rendimiento en su transformación en queso, ha permitido que se plantee la posibilidad de establecer nuevos criterios de selección del ganado caprino, basados en la elección como reproduc-

TABLA 20
ESTADÍSTICOS DE LA CALIBRACIÓN-VALIDACIÓN DE LOS PARÁMETROS REOLÓGICOS DE LA LECHE DE CABRA CON EL NIRS

	N	Media	R^2	SEC	SECV
pH	212	6,353	0,675	0,108	0,120
TY	212	18,404	0,665	2,863	3,012
CT	199	26,803	0,345	6,177	6,336
K20	190	7,847	0,221	2,676	2,843
a_{30}	221	15,606	0,166	13,990	13,849
a_{60}	209	36,301	0,314	9,726	10,003

SEC: Error típico de la calibración. SECV: Error típico de la validación
Fuente: ANGULO y cols. (1995)

tores de animales portadores de los alelos favorables de los genes mayores de las caseínas. La ventaja de este tipo de selección sería que solamente requiere un control (la determinación del genotipo del animal) y además se podría hacer en una edad muy temprana en las hembras, aún antes de entrar en producción por primera vez, y también en los machos, en ambos casos mediante la ampliación y análisis del ADN extraído de los leucocitos de la sangre. Sin embargo, al existir una influencia no solamente monogénica (de los genes de la caseína), sino también poligénica sobre la síntesis de caseína, las distribuciones de valores de los distintos genotipos se solapan, por lo que seleccionando solamente por las variantes del gen mayor de la caseína as1 por ejemplo, se perderían posiblemente variantes favorables de los demás poligenes.

MANFREDI y cols. (1995) estudiaron el efecto que ha tenido la selección llevada a cabo hasta el momento en las razas Alpina y Saanen en Francia sobre la frecuencia de los diferentes genotipos de las caseínas de los machos de I.A. seleccionados. Observaron que, en relación con el gen de la caseína α_{s1} el 49% son de genotipo AA, el 30% son de genotipo AE y 28% AF.

BARBIERI (1995) ha estudiado, mediante un modelo determinístico de simulación, el efecto de combinar la selección basada en los poligenes y la del gen mayor de la caseína α_{s1}. Los resultados demuestran que si se lleva a cabo una preselección de los machos jóvenes portadores de los alelos de elevada síntesis de caseínas, la respuesta, en términos de contenido de proteína en la leche, que se obtiene es de un 7% a un 12% superior a la del esquema tradicional de selección.

En nuestro equipo se está estudiando con un modelo de simulación dinámico, en el que partiendo de una población base, generada con los mismos parámetros fenotípicos, genéticos y ambientales que la población real de cabras de raza Malagueña en control, se establece un determinado sistema de selección y se van generando todas las generaciones que se deseen. Se están contrastando dos modelos de valoración genética: incluyendo o no el genotipo de la caseína α_{s1} como efecto fijo, y dos sistemas de selección: 1) Considerando primero las predicción BLUP del valor genético de los

padres y seleccionando después los hijos de los padres que tienen los mejores índices, que son portadores de los alelos favorables de la caseína α_{s1}. 2) Seleccionando primero los hijos que son portadores de los alelos favorables de la caseína α_{s1} y, entre éstos, aquéllos cuyos padres tienen los mejores índices. Además de comparar los niveles genéticos medios alcanzados en la población con cada sistema de selección al cabo de una serie de años, se hace un seguimiento de la evolución, en cada caso de las frecuencias de los diferentes genotipos.

Referencias

ANALLA, M.; JIMÉNEZ-GAMERO, I.: MUÑOZ-SERRANO, A.: SERRADILLA, J.M.: FALAGÁN A. 1996. "Estimation of Genetic Parameters for Milk Yield and Fat and Protein Contents in Murciano-Granadina" Goats. *Journal of Dairy Science*. En prensa.

ANALLA, M.; SÁNCHEZ-PALMA, A.: MUÑOZ-SERRANO, A.; SERRADILLA, J.M. 1995. "Simulation analysis with BLUP methodology of different dat structures in goat selection in Spain". *Small Ruminant Research* 17,51-52.

ANGULO, C.; ANALLA, M.; JIMÉNEZ, I.: MUÑOZ, A.; MORAGA, A.: SERRADILLA, J.M. 1995. "Nir analysis of cheese-making properties of goat's milk. 7th International". *Conference on Near Infrared Spectroscopy*. Agosto 1995. Montreal. Canada

ANGULO, C.; DIAZ-CARRILLO, E.; MUÑOZ, A.; ALONSO, A.; JIMÉNEZ, I.; SERRADILLA, J.M. 1993. "Effect of electroforetic goat's k-casein polymorphism on milk yield and manin componets yield". *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Vol 19, 333-336.

B.I.A.P. Boletín de Información Agraria y Pesquera 1995,1994,1992. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

BARBIERI, M.E. 1995. "Polymorphism de la caséine α_{s1}. Effets des genotypes sur des performances zootechniques et utilisation en selection caprine". *Tésis Doctoral. Institute National Agronomique*. Paris-Grignon.

BARBIERI, M.E.; MANFREDI, E.; ELSEN, J.M.; RICORDEAU, G.; BOUILLON, J.; GROSCALUDE, F.; MAHÉ, M.F., BIBÉ, B. 1995. "Influence du locus de la caséine α_{s1} sur les performances laitières et les paramètres génétiques des chèvres de race Alpine". *Genet. Sel. Evol.* 27, 437-450.

DI LUCIA, A.; MAURIELLO, R.; CHIANESE, L.; MOIO, L.; ADDEO, F. 1990. "k-casein polymorphism in caprine milk". *Scienza e tecnica latiero-casearia* 41, 305-314.

DIAZ CARRILLO, E. 1993. "Análisis de los contenidos y producción total de las fracciones caseínicas en la leche de tres razas de cabras españolas. Factores de variación y relaciones con otros componentes lácteos". *Tésis Doctoral. Universidad de Córdoba.*

DIAZ CARRILLO, E.; ANGULO-HERAS, C.; JIMÉNEZ-GAMERO, I.; ALONSO-MORAGA, A.; MUÑOZ-SERRANO, A.; SERRADILLA-MANRIQUE J.M. 1995. "Polimorfismos bioquímicos de las caseínas α_{s1}, α_{s2} y k en tres razas caprinas españolas: estudio preliminar de la relación entre las variantes eletroforéticas y diferentes parámetros productivos". *ITEA* 16(1), 251-253

DÍAZ-CARRILLO, E. 1993. "Análisis de los contenidos y producción total de las fracciones caseínicas en la leche de tres razas de cabras españolas. Factores de variación y relaciones con otros componentes lácteos". *Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.*

DIAZ-CARRILLO, E.; ALONSO-MORAGA, A.; MUÑOZ-SERRANO, A.; SERRADILLA, J.M.; BAENA F. 1993. "Factores de variación ambientales de las caseínas de la leche de cabra". *V Jornadas sobre Producción Animal*. Vol. extra, 12,284-286.

FALAGAN, A. 1990. "Agrupaciones caprinas españolas. Aptitudes y sistemas de producción". *Mundo Ganadero*, 9,20-27

HERNADEZ, D. 1991. "Bases de un Programa de Selección de Ganado Caprino. Controles de Producción". *Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.*

M.A.P.A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1992. *Anuario de Estadística Agraria* n.os 398,468 : y 473.

VASSAL, L.; DELACROIX-BUCHET, A.; BOUILLON J. 1994. "Influence des génotypes AA, EE et FF de la caséine as1 caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles de fromages traditionels: premières observations". *Lait* 74, 89-103.

ITEA (1996), Vol. **92A N.º 3,** 142-154

MEJORA GENÉTICA APLICADA EN EL CONEJO DE CARNE

E.A. Gómez[1]
M.A. Santacreu[2]

1 Unitat de Cunicultura. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

2 Departamento de Ciencia Animal
Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

Los programas de Mejora Genética en conejos de carne se basan en la selección de líneas especializadas en los núcleos de selección que son utilizadas en un esquema de cruzamiento a tres vías: dos seleccionadas por productividad numérica (tamaño de camada) y una línea seleccionada por velocidad de crecimiento (carácter correlacionado genéticamente con la eficiencia alimentaria).

La respuesta genética anual estimada para el tamaño de camada se sitúa entre 0,04 y 0.15 gazapos destetados por camada. Otras dos alternativas para la mejora del tamaño de camada están siendo evaluadas: la aplicación de una elevada intensidad de selección para la creación de una nueva línea con un esquema de hiperprolíficas y la selección por eficiencia uterina. La eficiencia uterina se define como el máximo número de fetos que un útero es capaz de llevar a término cuando la tasa de ovulación no es un factor limitante.

La respuesta genética anual estimada en las líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento es de unos 0,8 g/día durante el período de cebo. El aumento de la tasa de crecimiento parece conducir a un mayor peso adulto y a un menor estado de madurez a peso comercial.

El cruzamiento de las dos líneas maternas permite aprovechar la heterosis en los carácteres reproductivos de la hembra cruzada. El cruce final con el macho terminal o cárnico permite complementar los caracteres de las líneas materna y paterna.

La Unidad de Mejora Genética de la Universidad Politécnica de Valencia y el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) han fomentado la creación de Núcleos de Selección Asociados, próximos a los cunicultores. El tamaño promedio de las granjas y las características reproductivas y de manejo permite que los cunicultores realicen la fase de Multiplicación en su propia explotación con las ventajas económicas, logísticas y sanitarias que conlleva.

SUMMARY

Breeding programs in meat rabbits are characterised by the development of specialized lines in selection nucleus farms. A three-line crossbreeding system in widely used by commercial rabbit producers. Two lines are selected for litter size to obtain

crossbed females. Another line is selected for growth rate, a trait very related with feed efficiency.

Genetic response for litter size is between 0,04 and 0,15 young weaned rabbits by litter per year. Two alternative ways to improve litter size are developped. Firstly, the aplication of a high intensity of selection over a large population, in order to create a new line (hyperprolific scheme). Secondly, selection for uterine efficiency. Uterine efficiency is the maximun number of fetuses that a female can be support to birth when ovulation rate is not a limiting factor.

The annual genetic response in lines selected for growth rate is aproximately 0,8 g/day during the growth period. The improvement of growth rate seems to lead to an increase of adult weight and a lower degree of maturity of the rabbit at slaughter.

Crossbreeding of two maternal lines is performed due to the advantage from heterosis of crossbred dams. These crossbred does are mated with a male of a third line. Dams have a good reproduction ability and their offspring have a high growth rate transmitted by the sire line.

Universidad Politécnica de Valencia and Institut de Recerca i Tecnología Agroalimentàries (IRTA) have created selection nucleus farm and helped rabbit association in developping their own selection programs. Average size of the farms and reproductive characteristics of rabbits make possible that farmers can developed the multiplication step in their own farm. This has economic, logistic and sanitary advantages.

Importancia económica de la cunicultura

La producción de carne aportada por el sector cunícola fue de unas 100.000 Tm. en 1994 (un 2,6% de la producción total) (MAPA, 1995a), sin considerar la producción no sacrificada en matadero (producción total estimada en unas 120.000 Tm.). El consumo de carne de conejo per cápita fue de sólo 2,8 kg. en 1993 (MAPA, 1995b), aunque al igual que en la producción se observan mayores valores en la zona mediterránea (RAFEL *et al.*, 1996). Dado que la carne de conejo es una carne de alta calidad dietética (bajos niveles de colesterol y grasa y elevado contenido proteico, (ROSELLÓ, 1990)), una acertada campaña podría favorecer un aumento de consumo en los próximos años.

En conjunto la CEE es deficitaria para la carne de conejo, con un grado de abastecimiento del 95,1% (COMEXT (1992), citado por RAFEL *et al.*(1996)). El hecho de ser una producción sin excedentes hace innecesaria la existencia de penalizaciones por sobreproducción.

Las operaciones de importación-exportación no sirven para regular el mercado interno español, sino que están más relacionadas con los beneficios obtenidos por mayoristas cuando existen diferencias de precio con el exterior.

Razas de interés productivo

Los animales habitualmente empleados para la producción de carne son de formato

medio (peso adulto alrededor de cuatro kilos) y capa blanca. Proceden en su mayor parte de animales de raza Neozelandesa Blanca y California que son las más extendidas. Los caracteres productivos son muy variables y son más dependientes de los orígenes que del estándar de la raza.

Las razas ligeras (peso adulto de 2-3 kg.) como el Pequeño Ruso, el Holandés o el Polonés, ya no se utilizan en la actualidad, debido a su bajo potencial de crecimiento pese a sus características reproductivas. El uso de razas de formato gigante (con peso adulto mayor de 5 kg.), como por ejemplo el Gigante de España, está muy limitado debido a problemas de adaptación al suelo de rejilla de las jaulas comerciales, a problemas de manejo por su elevado peso y a posibles problemas reproductivos.

En la mayoría de los programas de selección en curso, las líneas maternas que dan lugar a la hembra reproductora suelen ser de las razas Neozelandés Blanco y California, o bien sintéticas a partir de estas razas u otras de formato medio. Es frecuente que las líneas orientadas a la producción de machos para el cruce con la hembra reproductora sean sintéticas, con algún aporte de razas gigantes.

Caracteres de interés económico

Los ingresos que perciben los cunicultores se deben principalmente a la venta de los animales de engorde. El peso vivo de sacrificio en el mercado español es alrededor de 1.9 kg. (RAFEL *et al.*, 1995). Los precios de referencia se fijan semanalmente en cinco lonjas repartidas por el estado. En la tabla 1 se muestra la evolución del precio medio anual fijado por la lonja de Bellpuig y el precio de la carne de conejo para el consumidor en el área de Barcelona. Desde 1990 el precio medio anual ha descendido, comparado con los elevados precios alcanzados en 1990-1991 (300 ptas.), por lo que el margen por jaula hembra y año se ha reducido pese a un ligero aumento en 1994 del 4,35% respecto a 1993 (RAFEL *et al.*, 1995).

Los precios fluctúan estacionalmente, en el verano se alcanzan los precios más bajos y en otoño los más altos.

Normalmente, el conejo se vende entero y los consumidores prefieren canales que oscilan entre 1 y 1,1 kg., asociando menor tamaño a ternura. El comprador parece preferir la canal corta y compacta (LÓPEZ, SIERRA y LITE, 1992). La presentación como troceados es ya habitual en grandes superficies; pero un carácter como porcentaje de partes caras de la canal no es importante por el momento.

Los mataderos utilizan como criterios de penalización el rendimiento a la canal y la falta de uniformidad en los pesos.

El mayor coste en una explotación de conejos es la alimentación, que representa entre un 65-75% del total (ARVEUX, 1983). Sólo el período de engorde representa un 40% (BASELGA y BLASCO, 1989). Así, el índice de conversión es el carácter económicamente más importante, pero es costoso de medir tanto en instalaciones como en mano de obra. Cualquier coste adicional es relativamente más importante en conejo, ya que el volumen de negocio en cunicultura es relativamente bajo comparado con otras especies como por ejemplo el cerdo. El carácter velocidad de crecimiento no es en sí un carácter de gran importancia pero las escasas estimas de correlaciones genéticas con el índice de conversión disponibles son negativas variando los valores entre experimentos (rango de -0.19 a -0.99 (BLASCO, 1984)) y es un carácter más barato de medir.

TABLA 1
PRECIOS MEDIOS ANUALES PERCIBIDOS POR EL PRODUCTOR (PTAS./KG. PESO VIVO) Y PAGADOS POR EL CONSUMIDOR (PTAS./KG. CANAL)

	1992	1993	1994	1995
Productor	260	240	257	240
Consumidor	743	678	716	673

La velocidad de crecimiento se incluye como el criterio de selección, siendo una forma indirecta de seleccionar por el índice de conversión.

El carácter reproductivo más importante es el tamaño de camada. Una camada más numerosa significa repartir entre más individuos los costes no derivados de la alimentación del gazapo, que en el conejo son especialmente relevantes (BASELGA y BLASCO, 1989). Las correlaciones genéticas entre el tamaño de camada y los caracteres de crecimiento son bajas y pueden variar de signo según la población considerada (Camacho, 1989).

Los valores medios, la varianza fenotípica y las estimas de heredabilidad de los caracteres de interés: índice de conversión, velocidad de crecimiento postdestete y tamaño de la camada al destete se presentan en la tabla 2.

Los pesos económicos en índices de selección estimados por ARMERO y BLASCO (1992) son de 2.130 ptas. para el tamaño de camada (nº de gazapos nacidos vivos), 188 ptas. para la velocidad de crecimiento postdestete (g./día) y de -238 ptas. para el índice de conversión postdestete (medido en décimas).

TABLA 2
VALORES ORIENTATIVOS DE LA MEDIA (μ),DE LA VARIANZA FENOTÍPICA (σ^2_P), Y DE LA HEREDABILIDAD (h^2) DEL ÍNDICE DE CONVERSIÓN (IC), DE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO POSTDESTETE (VC(G./DÍA)) Y DEL NÚMERO DE GAZAPOS DESTETADOS (ND).

	μ	σ^2_P	h^2
IC	3,0	0,25	0,30
VC	42	23	0,19
ND	8	8.5	0,10

Organización de la mejora genética

La organización de la mejora genética en conejo es de tipo piramidal, similar al de otras especies prolíficas como el cerdo y las aves.

Los programas de mejora se basan en la selección de líneas especializadas en los núcleos de selección para su posterior utilización en un esquema de cruzamiento a tres vías con dos líneas seleccionadas por tama-

ño de camada al destete y una línea seleccionada por velocidad de crecimiento.

El tamaño de cada una de las líneas seleccionadas oscila alrededor de 100-150 hembras en las de aptitud maternal y entre 80-100 en las de crecimiento. En ambos casos el número de machos oscila entre 20 y 30. El número elevado de machos respecto al de hembras es importante para evitar el rápido aumento de la consanguinidad. A los animales que provienen directamente de las líneas seleccionadas se les denomina abuelos/as, por su parentesco con el producto de matadero. Un núcleo de estas características produce un número de abuelas que cubre la demanda de reproductores de una población de unas 20.000-25.000 hembras.

El cruzamiento de las dos líneas maternas, seleccionadas por tamaño de camada al destete, permite aprovechar la heterosis para los caracteres reproductivos que, en ocasiones, es equivalente a varias generaciones de selección. Un 10% de heterosis en caracteres numéricos representa en torno a 0,8 gazapos más en las hembras cruzadas provenientes de líneas de abuelos seleccionadas. BRUN Y SALEIL (1994) estiman unos valores de heterosis de 15,2%, 20,1% y 6,7% para nacidos totales, nacidos vivos y destetados. Por otra parte, la utilización de hembras cruzadas evita los problemas de la consanguinidad acumulada en las dos líneas maternas seleccionadas (ROUVIER, 1991) y abarata el coste de la reposición. El cruce de la hembra cruzada con el macho terminal permite complementar los caracteres de las líneas maternas (mayor número de gazapos) y paterna (mejor crecimiento).

El número de abuelas necesarias para obtener la reposición de hembras cruzadas es aproximadamente el 10% del total de las hembras reproductoras de una granja de producción. El tamaño medio de las explotaciones industriales en programas de gestión es de unas 300 hembras (RAFEL *et al.*, 1995) y es viable que el ganadero compre abuelos/as al núcleo para realizar el cruce en la propia granja de producción para obtener la hembra cruzada. En estos casos, el número de abuelos que se compra es, generalmente, suficiente para evitar problemas de azar de calidad genética y riesgos de no disponibilidad de abuelos para reponer. Las ventajas de este sistema son múltiples. Por un lado se atenúan los problemas de adaptación de los reproductores, al producirse las madres cruzadas en la propia explotación. Por otro, la entrada de animales del exterior es menor que con la compra de hembras cruzadas.

Programas de selección en curso (I+D)

Desde el sector público se ha realizado un esfuerzo para poner a disposición de los cunicultores un material animal competitivo desde el punto de vista productivo y con cualidades sanitarias satisfactorias, a un precio razonable.

Actualmente se están llevando a cabo dos programas de mejora genética relacionados entre sí, uno desde la Unitat de Cunicultura del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y otro que se desarrolla en la Unidad de Mejora Genética del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). En el Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza se ha reconstituido una línea de la raza Gigante de España y se están estudiando sus características reproductivas, de crecimiento y canal.

En la actualidad, hay tres líneas de aptitud maternal disponibles. El carácter objeto de selección es en todas ellas el tamaño de camada al destete, que recoge la prolificidad al nacimiento y la capacidad de producción láctea de la hembra.

– Línea A *(abuelo valenciano)* : Desde su constitución en 1980 se han producido 22 generaciones de selección. El método de evaluación genética es un índice de selección con información variable (BASELGA *et al.*, 1984).

– Línea P *(abuela del IRTA)* : Seleccionada desde 1992, en generaciones solapadas. Los valores genéticos se predicen por BLUP, empleando un modelo animal de repetibilidad que utiliza toda la información disponible. Como efectos fijos, el modelo considera la época o lote y el estado en que la hembra se encuentra en el momento de la concepción (lactante o no, tamaño de camada anterior) (GÓMEZ *et al.*, 1996).

– Línea V *(abuela valenciana)* : Ha sido seleccionada durante 19 generaciones, desde 1984. Utiliza un método BLUP para la clasificación de los apareamientos por su valor genético predicho, utilizando la información de las generaciones actual y anterior (ESTANY *et al.*, 1988). Se emplea un modelo animal de repetibilidad, que considera como efectos fijos la estación y el estado fisiológico de la hembra (ESTANY *et al.*, 1989).

Para las líneas especializadas en crecimiento, se emplea un método de selección masal que tiene como carácter objeto de selección la velocidad de crecimiento desde el destete (28-30 días de edad) hasta el momento del sacrificio (60-63 días). En la actualidad, las líneas disponibles son:

– Línea C *(macho terminal IRTA)* : La selección de esta línea comenzó en el año 1983. Hasta noviembre de 1992 se utilizó un criterio mixto de evaluación que consideraba el peso de la camada al destete y el crecimiento postdestete (RAFEL *et al.*, 1990). Desde entonces, se realiza selección individual por velocidad de crecimiento postdestete (entre 30 y 60 días).

– Línea R *(macho terminal valenciano, macho de carne)* : Seleccionada desde 1988 por velocidad de crecimiento en el período de cebo. Esta línea procede de la unificación de dos líneas seleccionadas por el mismo carácter (ESTANY *et al.*, 1992)). Desde el inicio de la selección el período de cebo se ha reducido en más de una semana (10-15 días).

Evaluación de la respuesta

Las respuestas genéticas estimadas en cada una de las líneas se presentan en las tablas 4 y 5. Ninguna de las líneas dispone de población control. El mantenimiento de una población control permite obtener una estima de la respuesta genética pero es costoso y a la larga esta estima puede verse afectada por la deriva genética. Las respuestas presentadas se han considerado a partir de los valores genéticos predichos con BLUP, introduciendo como parámetros genéticos las estimas obtenidas por REML. El problema de este procedimiento es que la estimación de los componentes de varianza es modelo dependiente y la estimación de la respuesta es parámetro dependiente (THOMPSON, 1986).

En conejo, las técnicas de recuperación, congelación, descongelación y transferencia de embriones están suficientemente desarrolladas como para permitir su utilización práctica. La colaboración entre el Laboratorio de Reproducción de la UPV y la

Unidad de Mejora Genética ha permitido crear un banco de embriones de las líneas seleccionadas. En un futuro, este procedimiento permitirá comparar en un momento dado animales de diferentes generaciones de las líneas de selección para estimar la respuesta genética evitando los problemas de deriva genética. Las primeras experiencias realizadas se han centrado en los posibles efectos que el proceso de congelación y descongelación pudiera tener sobre los caracteres productivos. No se han encontrado diferencias para el tamaño de camada entre las hembras procedentes de embriones congelados y hembras control (CIFRE *et al.*, 1995a). Tampoco se han observado diferencias para el carácter peso al destete, sin embargo, los animales del grupo control presentaban una velocidad de crecimiento mayor (1,7 g./día) (CIFRE *et al.*, 1994). Cuando se compararon los descendientes de las hembras del banco de embriones congelados y el grupo control, estas diferencias desaparecieron (CIFRE *et al.*, 1995b).

Para las líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento, ESTANY *et al.* (1992) estiman una respuesta de 0,65 y 0,55 g./día por generación (Tabla 4). Los resultados de un estudio de la línea de crecimiento R y las líneas reproductivas A y V después de varias generaciones de selección indican que la línea R tiene un índice de conversión menor (entre 0,2 y 0,4 puntos) que las líneas A y V seleccionadas por tamaño de camada al destete (FEKI *et al.*, 1996). Al inicio del proceso de selección las tres líneas no diferían en velocidad de crecimiento (BLASCO *et al.*, 1983, ESTANY *et al.*, 1992). La línea R presenta una velocidad de crecimiento un 20% mayor y una ingestión diaria de un 12,3% superior a las líneas A y V (FEKI *et al.*, 1996). Un aumento de la velocidad de crecimiento conduce a un mayor peso adulto, lo que a largo plazo podría dar lugar a animales "gigantes" con un aumento del consumo de pienso de los reproductores debido a las mayores necesidades de mantenimiento, a problemas de adaptación al suelo de rejilla y a complicaciones en el manejo.

Los animales de las líneas seleccionadas por crecimiento alcanzan el peso comercial a menor edad. Si comparamos las características de la canal a peso vivo constante, los animales de rápido crecimiento son sacrificados con un grado de madurez inferior: son canales menos grasas, con menor desarrollo del tercio posterior y con un menor rendimiento a la canal acentuado por el mayor peso del paquete intestinal (FEKI *et al.*, 1994).

Las respuestas a la selección para el tamaño de camada al destete se presentan en la tabla 5. En la línea A, el progreso genético estimado tras las primeras 11 generaciones de selección, fue de 0,10 gazapos destetados por camada y generación (BASELGA *et al.*, 1992). En la línea P, este progreso ha sido de 0,11 gazapos destetados por camada y generación (GÓMEZ *et al.*, 1996) y en la línea V el progreso genético estimado fue de 0.03 gazapos destetados por camada y generación tras 8 generaciones de selección (BASELGA *et al.*, 1992)

TABLA 4
RESPUESTA GENÉTICA Y HEREDABILIDAD (h^2) ESTIMADA EN LÍNEAS DE CRECIMIENTO

	Línea B	Línea R
Número de generaciones	12	9
h^2	0,21	0,17
Respuesta estimada (g./49 días)	32	25,7

TABLA 5 RESPUESTA GENÉTICA EN NÚMERO DE GAZAPOS POR GENERACIÓN Y HEREDABILIDAD (h^2) ESTIMADA EN LÍNEAS DE APTITUD MATERNAL

	Línea A	Línea P	Línea V
Respuesta	0,10	0,11	0,03
h^2	0,14	0,04	0,06

Las respuestas genéticas estimadas para el tamaño de camada son más bajas que la respuesta teórica calculada por MATHERON y ROUVIER (1977), aunque ésta no consideraba la reducción de la varianza debida a la selección y al aumento de la consanguinidad. La máxima respuesta observada por GÓMEZ (1994) en un proceso de simulación y empleando un modelo de análisis para la evaluación idéntico al modelo de determinación fue de 0,22 gazapos por generación.

El modelo habitualmente utilizado para la estima de componentes de varianza y para la predicción de los valores genéticos es el modelo animal de repetibilidad. Este modelo no incluye los efectos genéticos maternos ni considera la posible heterogeneidad genética entre partos.

La magnitud de la componente de varianza genética materna, estimada en caracteres reproductivos en conejo, es muy reducida, siendo como máximo un 10% de la componente directa (FERRAZ *et al.*, 1992; Gómez 1994). Por ello, las estimas de las correlaciones genéticas son muy variables y tienen un elevado error de estimación. La influencia sobre la respuesta de no considerar este efecto en el modelo de evaluación se ha estudiado mediante simulación. Con correlaciones genéticas entre efectos directos y maternos elevadas y negativas (<-0,7) la reducción de la respuestas sería mayor del 25% (GÓMEZ *et al.*, 1994).

Se han detectado diferencias en el valor de la heredabilidad estimada para cada parto en una población concreta (línea V). La heredabilidad se reduce a la mitad, del primer al segundo parto, y es prácticamente nula en el tercero. La respuesta obtenida mediante simulación, con un modelo de determinación con heterogeneidad genética entre partos, se redujo en un 10% para valores de heredabilidad de 0,10 y correlaciones genéticas entre partos de 0,8, asumiendo que en el proceso de selección se utilizaba un modelo animal de repetibilidad para la evaluación genética. Con valores reducidos de las correlaciones genéticas entre partos (0,5), la respuesta llegó a reducirse hasta un 30% (GÓMEZ, 1994).

Creación de una nueva línea con un esquema de hiperprolíficas

Un presión de selección menor y una respuesta mayor es posible cuando se dispone de los datos de una población de tamaño elevado. Este procedimiento se ha utilizado en porcino con un éxito esperanzador (BLASCO *et al.*, 1995).

La colaboración entre el Laboratorio de Reproducción y la Unidad de Mejora Genética de la UPV ha permitido la creación de una nueva línea de aptitud maternal (Línea HH). Se ha utilizado la información proporcionada por los programas de gestión técnica para detectar hembras excepcionalmente prolíficas entre una población de 10 a 15.000 animales. Se seleccionaron las hembras que cumplían que su número de nacidos vivos estaba por encima del percentil 99

(GARCÍA-XIMÉNEZ *et al.*, 1996). La vitrificación de embriones permitió almacenarlos hasta que la población seleccionada fue reconstituida con éxito.

La respuesta esperada según el criterio preestablecido sería mayor de 0,84 gazapos (GARCÍA-XIMÉNEZ *et al.*, 1996). En un primer estudio, las hembras de la línea HH presentaban 1,5 óvulos más que las líneas descritas anteriormente A, V y R (CIFRE *et al.*, 1994). En la actualidad se está procediendo a la comparación de las hembras de esta línea con hembras de la línea V y con hembras cruzadas (A x V), tanto en caracteres reproductivos como en crecimiento. Los primeros resultados apuntan a que la línea HH presenta un tamaño de camada al nacimiento superior a la línea V y al grupo de hembras cruzadas (CIFRE *et al.*, 1996). Para el resto de caracteres reproductivos no se observan diferencias significativas entre los tres tipos de hembras. Para los caracteres de crecimiento, los animales de la línea HH presentan un mayor peso al destete (22,5 ± 9,15 g.) y a la edad de sacrificio (67,5 ± 22,43 g.) y una mayor ganancia diaria de peso (1,29 ± 0,43 g./día) (CIFRE *et al.*, 1996).

Selección divergente por eficiencia uterina

Como vías alternativas a la selección por tamaño de camada, se han propuesto planes de selección indirecta ,considerando caracteres con mayores heredabilidades y con correlaciones genéticas elevadas con el tamaño de camada. La tasa de ovulación (número de óvulos liberados) y la supervivencia prenatal (porcentaje del número de óvulos fecundados que llegan al nacimiento) han centrado los trabajos de varios grupos de investigación tanto en cerdo como en conejo (BLASCO *et al.*, 1993).

El escaso éxito obtenido en los experimentos de selección por tasa de ovulación en cerdo ha llevado a que el interés se centre en uno de los componentes de la supervivencia prenatal, la eficiencia uterina. Ésta se ha definido como el máximo número de fetos que un útero es capaz de llevar a término cuando la tasa de ovulación no es un factor limitante. Para que pueda expresarse es necesario que haya un gran número de embriones presentes en el útero. En conejo, una forma sencilla e irreversible de aumentar el número de embriones en un útero es practicando una ovariectomía unilateral. Al extirpar un ovario, el ovario remanente, por el fenómeno de compensación ovárica, duplica por término medio su tasa de ovulación. Como en la coneja la anatomía del tracto reproductivo impide la migración, basta con la extirpación de un ovario para que el cuerno uterino contralateral reciba un número elevado de embriones pudiendo expresar así su eficiencia uterina.

El objetivo del experimento de selección divergente por eficiencia uterina es conocer la determinación genética de este carácter y sus relaciones genéticas con otros caracteres de interés. El criterio de selección en estas líneas es el tamaño de camada al nacimiento en hembras con un sólo ovario (hembras ULO). Los valores genéticos se predicen con un BLUP, empleando un modelo animal de repetibilidad.

Los primeros resultados de los análisis de siete generaciones indican que la selección por eficiencia uterina ha tenido éxito: se han detectado diferencias entre las dos líneas divergentes de 1,1 gazapos al nacimiento en hembras ULO y de 1,2 en hembras intactas (ARGENTE *et al.*, 1996). Estas diferencias en tamaño de camada parecen estar asociadas a diferencias en el número de embriones que las hembras son capaces de implantar mas que con la supervivencia fetal. A la finaliza-

ción del experimento de selección se evaluará la eficacia de esta alternativa frente a la selección directa por tamaño de camada.

Difusión / transferencia de la mejora genética

La evolución técnica de las explotaciones se ha visto acompañada de una mayor exigencia de calidad genética de los animales empleados en el proceso productivo. La autorreposición completa de hembras y la entrada esporádica de machos del exterior ha quedado obsoleta en la producción industrial.

En explotaciones de tamaño medio (más de 150 hembras), una solución adecuada, como se ha comentado anteriormente, es la compra de abuelos de una línea y abuelas de otra línea para realizar el cruce en la propia explotación y la compra de machos para el cruce terminal. Esta alternativa plantea una serie de problemas como son: el coste de los animales mejorados, la adaptación de los animales a las condiciones de la granja, la posible introducción de patógenos y el aprovisionamiento periódico desde un esquema de mejora fiable

Durante años, el origen de los reproductores selectos fue Francia, debido al carácter empresarial de su distribución con animales de marca comercial y con el respaldo investigador proporcionado por el Institut National de la Recherche Agronomique. Esta situación se ha modificado, incrementándose la cuota de mercado de líneas seleccionadas en España, debido fundamentalmente a su competitividad productiva y a sus precios.

En el mercado de venta de reproductores, hay empresas que no tienen un programa de selección y que se dedican simplemente a multiplicar un material genético, lo que no asegura un progreso genético continuo por selección. La escasa oferta fiable a un precio razonable de reproductores y la posibilidad de que la etapa de multiplicación la realice el propio ganadero hace que el asociacionismo se esté fomentando para crear núcleos de selección. Un ejemplo de esta tendencia es la creación de varios núcleos con el asesoramiento genético del Departamento de Ciencia Animal o las granjas de multiplicación asociadas al núcleo de la Unitat de Cunicultura del IRTA.

La creación de un núcleo de las características señaladas anteriormente, en cuanto a número de líneas de selección implicadas en los cruces (dos de aptitud maternal y una tercera de crecimiento) y tamaño de las líneas cubre la demanda de una población de 20 a 25 mil hembras, así cooperativas o explotaciones privadas pueden solucionar los problemas de aprovisionamiento de una determinada zona.

Debido a la proximidad entre el núcleo de selección y la granja de producción, el abastecimiento de reproductores (especialmente abuelas) puede planificarse mejor que si se precisa un largo desplazamiento para recoger un lote de animales. Se reduce así la probabilidad de que los animales provengan de un lote problemático y se aprovecha de forma actualizada la mejora alcanzada en el núcleo. Por otra parte, se reducen los problemas de adaptación. A la larga, debido a que los animales de entrada proceden del mismo sitio se produce un trasvase de microbismo. Las ventajas sanitarias de este esquema vienen dadas por la aplicación de programas sanitarios comunes, y que, en el núcleo, son llevados a cabo con el máximo rigor.

Este esquema de difusión no precisa de complejas estructuras logísticas ni organizativas, por lo que los sobrecostes del proceso de distribución son muy reducidos si comparamos con estructuras de tipo comercial. Los costes de producción pueden ser del orden de un 40% superiores a los de una granja de producción equivalente (BASELGA y BLASCO, 1989). Una parte de estos gastos se deben al sobredimensionado de la reposición (el número de machos es mayor y además es necesario asegurar cada uno de los orígenes guardando al menos un macho reserva), a que los criterios de eliminación por motivos sanitarios son muy estrictos y a que la permanencia es menor que en una granja comercial para acortar el intervalo generacional. Otra parte de los gastos se originan por la contratación a tiempo parcial de un genetista y de un ingeniero técnico y por el tiempo invertido en realizar las medidas necesarias para poder evaluar a los animales. Los registros que se deben tomar son el tamaño de camada, en el caso de las líneas maternas, y los pesos al destete y al sacrificio en la línea de crecimiento. Otros trabajos adicionales son la identificación de todos los individuos en el momento del destete, el registro de la genealogía y la planificación de los apareamientos para evitar en lo posible el aumento de la consanguinidad.

El precio de venta de los animales producidos por el núcleo va a depender de los extracostes mencionados y del porcentaje de animales que se vendan como reproductores y del que vaya al matadero. Este porcentaje será en función del número de clientes y de la periodicidad de las entregas. Con una venta del 50% de los reproductores potenciales que produce el núcleo, y evitando los gastos de representación y publicidad, el coste de éstos se incrementaría en un 130% respecto al precio normal de un animal de carne (BASELGA y BLASCO, 1989).

Una alternativa más práctica y sencilla que facilita que se vendan la mayor parte de los animales mejorados es que la granja de selección próxima a los cunicultores de una zona disponga de una de las líneas maternas de selección, la de abuelas maternales del cruce, comprando en otro núcleo de confianza los machos de la otra línea materna (abuelos maternos) y los machos de carne para el cruce terminal. Así, el precio de los animales mejorados no tiene que ser elevado y puede ser asequible para la mayoría de los cunicultores.

La Unidad de Mejora Genética de la U.P.V. gestiona en la actualidad cinco núcleos de selección asociados distribuidos por Murcia, Comunidad Valenciana, Cataluña y Aragón, en los que se selecciona una de las líneas maternales, con la misma metodología que el núcleo de Valencia. Los machos de la otra línea materna y los machos de carne son suministrados por el núcleo de Valencia periódicamente y en alguno de los núcleos asociados se multiplican según las necesidades de la zona.

La Unitat de Cunicultura del IRTA dispone de una red de granjas multiplicadoras de la línea de crecimiento en Cataluña y en Aragón, que renuevan anualmente su población con animales procedentes del lote de selección, y que son las que se encargan de la difusión de los machos terminales. La venta de abuelos/as maternales (Líneas V y P) se realiza directamente a los cunicultores desde el núcleo (Prat de Llobregat). Los abuelos (Línea V) son suministrados desde el núcleo de Valencia. Próximamente quedará constituido el primer núcleo de selección asociado.

La importancia en cunicultura de la realización de un cruce a tres vías radica en que la selección especializada en cada una de ellas permite al cunicultor disponer, por un

lado, de dos líneas seleccionadas para caracteres reproductivos para obtener una hembra cruzada, con un importante nivel de heterosis y, por otro, utilizar un macho terminal seleccionado por velocidad de crecimiento. Sin embargo, esta propuesta no ha sido evaluada productivamente con las líneas desarrolladas en nuestro país, existiendo poca información sobre los resultados de los animales cruzados. En este momento ya ha comenzado un proyecto de investigación cuyos objetivos son la caracterización productiva de los diferentes cruces, para definir tanto el mejor cruzamiento entre líneas maternales para producir la hembra cruzada, como la línea de crecimiento a utilizar como línea de macho de carne.

Referencias

ARGENTE, M.J.; SANTACREU, M.A.; CLIMENT, A.; BLASCO, A. 1996. "Selection for uterine efficiency in rabbits". *VI World Rabbit Congress.* Vol 2: 241-244. Toulouse, 9-12 de julio de 1996.

ARMERO, Q.; BLASCO, A. 1992. "Economic weights for rabbit selection indices". *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 637-642.

ARVEUX, P. 1983. "Rentabilité de l'élevage cunicole". *Cuniculture* 51: 156-158.

BASELGA, M.; BLASCO, A.; ESTANY, J. 1984. "Índice de selección de caracteres reproductivos con información variable". *III World Rabbit Congress;* Vol 1: 62-65. Roma, 4-8 de abril de 1984.

BASELGA, M.; BLASCO, A. 1989. "Mejora Genética del Conejo de Producción de Carne". Ed. Mundi-Prensa. 110 pp.

BASELGA, M.; GÓMEZ, E.A.; CIFRE, J.; CAMACHO, J. 1992. "Genetic diversity of litter size between parities in rabbits". *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 198-205.

BLASCO, A. 1984. "Genética y nutrición del conejo". En Alimentación del conejo, coordinada por C. de Blas. Ed. Mundi-Prensa

BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCÍA, F. 1983. "Análisis fenotípico de caracteres productivos en el conejo de carne". I-Caracteres de crecimiento. *Arch. Zootech.*, 32: 111.

BLASCO, A. 1995. "Estado actual de la investigación en mejora genética del conejo de producción de carne". *VII Jornadas Técnicas de Cunicultura.* Expoáviga 1995.

BLASCO, A.; BIDANEL, J.P.; BOLET, G.; HALEY, C.; SANTACREU, M.A: 1993. "The genetics of prenatal survival of pigs and rabbits: a review". *Livestock Prod. Sci.* 34: 163-174.

BRUN, J.M.; SALEIL, G. 1994. "Une estimation, en fermes, de l'heterosis sur les performances de réproduction entre les souches de lapin INRA 2066 et A1077". *VI Journées de la Recherche Cunicole,* Vol 1: 203-207. La Rochelle.

CAMACHO, J. 1989. "Estimación de correlaciones genéticas entre caracteres reproductivos y de crecimiento en conejos. *Tesis Doctoral". Universidad Politécnica de Valencia.*

CIFRE, J.; VICENTE, J.S.; BASELGA, M.; GARCÍA-XIMÉNEZ, F. 1994. "Ovulation rate in lines of rabbits selected on different criteria". *Options Mediterranéennes* 8:247-250.

CIFRE, J.; BASELGA, M.; GÓMEZ, E.A.; TORRES, R. 1995a. "Evaluación de la respuesta a la selección: efecto de la crioconservación de embriones sobre caracteres reproductivos en conejo de carne". *ITEA,* 16-Tomo 1:254-256.

CIFRE, J.; BASELGA, M.; GÓMEZ, E.A.; TORRES, R. 1995b. "Evaluación de la respuesta a la selección: efecto de la crioconservación de embriones de conejos en caracteres de crecimiento de su descendencia". *5ª Conferencia Española de Biometría:* 51-54.

CIFRE, J.; BASELGA, M.; GARCÍA-XIMÉNEZ, F.; SALVADOR, J.S. 1996. "A study of reproductive and growth traits of a maternal line founded by selection of hyperprolific does". *VI World Rabbit Congress,* Vol 2: 265-268. Toulouse, 9-12 de julio de 1996.

ESTANY, J.; BASELGA, M.; BLASCO, A.; CAMACHO, J. 1989. "Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits". *Livest. Prod. Sci.*, 21: 67-75.

ESTANY, J.; CAMACHO, J.; BASELGA, M.; BLASCO, A. 1992. "Selection response of growth rate in rabbits for meat production". Genet. Sel. Evol., 24:527-537.

FEKI, S.; GÓMEZ, E.A.; BASELGA, M.; CIFRE, J. 1994. "Differences in carcass composition in three rabbit lines selected for different traits". *V WCGALP, Vol XIX:* 205-208. Guelph.

FEKI, S.; BASELGA, M.; BLAS, E.; CERVERA, C.; GÓMEZ E.A. 1996. "Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives". *Livest. Prod. Sci.*, 45:87-92.

FERRAZ, JBS.; JHONSON, R.K.; VAN VLECK, L.D. 1992. "Estimation of genetic trends and genetic parameters for reproductive and growth traits of rabbits raised in subtropics with animal models". *J. Appl. Rabbit Res.* 15:131-142.

GARCIA-XIMÉNEZ, F.; VICENTE, J.S.; CIFRE, J.; BASELGA M. 1996. "Foundation of a maternal line using hysterectomie and embryo cryopreservation". *VI World Rabbit Congress,* Vol 2: 285-288. Toulouse, 9-12 de julio de 1996.

GÓMEZ, E.A. 1994. "La selección del tamaño de camada en el conejo de carne: influencia de los efectos maternos y de la heterogeneidad genética entre partos". *Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.*

GÓMEZ, E.A.; BASELGA, M.; CIFRE, J. 1994. "Influence des effets maternels sur la sélection de la taille de la portée chez le lapin". *6èmes Journées de la Recherche Cunicole.* Vol 1: 217-224. La Rochelle.

GÓMEZ, E.A.; RAFEL, O.; RAMON, J.; BASELGA, M. 1996. "A genetic study of a line selected on litter size". *VI World Rabbit Congress.* Vol 2: 289-292. Toulouse, 9-12 de julio de 1996.

LÓPEZ, M.; SIERRA, I.; LITE, M.J. 1992. "Carcass quality in Gigante de España purebred and commercial cross-bred rabbits". *Options Méditérranéennes,* 17: 75-80.

M.A.P.A. 1995a. VII Boletín mensual de estadística.

M.A.P.A. 1995b. La alimentación en España.

MATHERON, G.A.; ROUVIER R. 1977. "Optimisation du progrés génétique sur la prolificité chez le lapin". *Ann. Genet. Sel. Anim.* 9:393-405.

RAFEL, O.; TRAN, G.; UTRILLAS, M.; RAMON, J.; PERUCHO, O.; DUCROCQ, V.; BOSCH, A. 1990. "Sélection pour un objectif global (poids de la portée à 60 jours) en générations chevauchantes dans une lignée blanche synthétique de lapins. Etude de la variabilité non génétique de la taille et du poids de portée à differents stades. Options Méditerranéennes, A-8: 75-82.

RAFEL O., RAMON J., GÓMEZ E.A. 1995. Gestión técnico económica. Resultados España 1994. Boletín de Cunicultura, 18(6): 24-29.

RAFEL O., RAMON J., GÓMEZ E.A. 1996. Meat rabbit production in Spain. VI World Rabbit Congress, Vol 3: 407-410. Toulouse, 9-12 de julio de 1996.

ROSELLÓ M.J. 1990. El conejo, carne alternativa y de calidad. XV Symposium de Cunicultura, 9-12. Murcia.

ROUVIER R. 1991. L'amèlioration génétique du lapin de chair par selection et croisement. Une synthèse de résultats sur le progrés génétique pour la taille de portée et la vitesse de croissance post-sevrage. I.T.E.A., 87A:199-209.

THOMPSON, R. 1986. "Estimation of heritability in a selected population using mixed model methods". *Genet. Sel. Evol.,* 18: 475-484.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 155-160

APLICACIÓN PRÁCTICA DE PROGRAMAS DE SELECCIÓN EN AVES

J. L. Campo

Área de Genética Animal
I.N.I.A.
Apartado 8.111, Madrid

RESUMEN

Se resume cual es la situación actual de los programas de selección en gallinas de puesta y en gallinas de carne, así como los problemas con los que se enfrenta la mejora genética avícola, y las líneas de investigación en curso. Se indican también los trabajos recientes relacionados con la aplicación de las nuevas tecnologías estadísticas y la biotecnología en avicultura.

SUMMARY

This paper attempts to review the actual breeding programs of the egg production and meat production sectors in the poultry industry. The role of the new statistical technologies (BLUP, REML) and the genetic engineering is also considered.

Introducción

De los diferentes sistemas de mejora existentes en la práctica, la avicultura representa el extremo en el que los programas de selección se realizan por un pequeño número de compañías multinacionales cuyas características principales son: 1) Mantenimiento de varias estirpes con un tamaño de población elevado (5.000-20.000 aves por estirpe). 2) Selección dentro de la estirpe para varios caracteres, dando distinto énfasis a cada carácter en cada estirpe. 3) Condiciones ambientales controladas. 4) Generaciones de selección separadas 5) Información individual y familiar de 8-10 hermanas y 80-100 hermanastras. 6) Cruces terminales simples o tres-vías.

Las granjas de selección-multiplicación-producción están separadas en dos grandes grupos: producción de huevos y producción de carne ("broilers"), siendo diferentes también desde el principio las pirámides de producción de huevo blanco y marrón.

Gallinas de puesta

Los tres objetivos principales en gallinas ponedoras son: 1) Número de huevos por gallina alojada (incluye mortalidad). 2) Eficiencia alimenticia. 3) Calidad de huevo.

Las ponedoras de huevo blanco o marrón son sólo competitivas en número de huevos, masa de huevos y eficiencia alimenticia,

existiendo un fuerte antagonismo entre calidad y producción. El índice de selección clásico es el método usado generalmente para estos caracteres.

Los caracteres de incubabilidad-fertilidad son también imprescindibles y suelen utilizarse niveles independientes para mantenerlos en un programa multicarácter, dado que estos caracteres dependen de genes recesivos con efectos grandes negativos y baja frecuencia. Otra alternativa es seleccionar los animales con mejores caracteres productivos y el mismo valor para caracteres reproductivos que la población base (índice empírico con restricción). En ponedoras de huevo marrón, la selección para intensidad de color de cáscara aumenta la incubabilidad.

Los caracteres de comportamiento (inmovilidad muscular por ejemplo) serán cada vez más importantes, en relación con la resistencia al estrés (cociente heterofilos/linfocitos es el más usado) y la adaptación a diferentes medios (antagonismo comportamiento-producción). La industria avícola ya no puede aplicar sistemas de producción basados exclusivamente en la producción, sin considerar el bienestar del animal.

Los mercados especiales de productos de calidad tendrán más importancia cada vez. La calidad incluye: frescura, recomendaciones de la dieta (colesterol), alarma alimenticia (ausencia de salmonella), contaminación ambiental, y ética de la producción intensiva ("free-range"). Euribrid ya tiene en el mercado estirpes para producción semiintensiva de huevos.

Los problemas de roturas de los huesos de las alas en aves enjauladas entán incrementándose cada día.

La diversidad de producto comercial será prioritaria para los mejoradores, que deberán disponer de gran variabilidad genética y poseer flexibilidad en responder a la demanda.

El sexado genético de pollitos de un día está totalmente resuelto sólo en ponedores de huevo marrón (utilizando el gen barrado o el plateado, ligados al sexo), siendo ésta su principal ventaja respecto a las ponedoras de huevo blanco.

En relación con la puesta habrá que conseguir: 1) Madurez sexual temprana. 2) Pico de puesta alto. 3) Mayor número de semanas sobre el 90% de puesta. 4) Mayor persistencia y mejor calidad de cáscara al final de la puesta. 5) Curva de peso de huevo más plana. 6) Menos huevos con defectos de cáscara.

El avance en la madurez sexual habrá que hacerlo sin aumentar el número de huevos pequeños. El control de la longitud de pata a las 8 semanas será importante en relación con el control de la madurez sexual. La mejora actual se ha obtenido avanzando la edad al primer huevo y aumentando la producción en los primeros 4-6 meses de puesta. La mejora hasta 1 huevo/día habrá que hacerla en la segunda fase de la puesta.

La mejora de la producción en un segundo año de puesta es muy difícil; la mudabilidad de las estirpes será importante en el futuro (las de huevo marrón son mucho más difíciles de mudar que las de huevo blanco; otra desventaja es la dificultad del miraje; en cambio son más dóciles y ponen pocos huevos pequeños).

La selección indirecta de gallos (superficie de cresta-barbillas) se está imponiendo junto con la valoración de hermanas, para mejorar la puesta.

En relación con la eficiencia alimenticia hay varias posibilidades: 1) Consumo diario. 2) Consumo por huevo. 3) Índice de conversión. 4) Ingreso por venta de huevos - coste del alimento. 5) Consumo alimenticio residual (consumo real menos el predicho basado en el peso corporal y la masa de huevos). La selección por el primer criterio reduce la productividad, mientras que la selección por alguno de los cuatro primeros criterios reduce el peso corporal. La selección por el cuarto criterio puede aumentar el peso del huevo más allá de lo deseable.

LEENSTRA *et al.* (1994; V WCGALP, 20, 49-52) han seleccionado para consistencia de heces. La eficiencia alimenticia aumenta y la polución ambiental disminuye. Usaron un índice empírico con restricción para ausencia de cambio en peso de huevo: 45% puesta: 20% consumo: 20% dureza de cáscara: 15% consistencia heces.

En relación con la calidad del huevo los caracteres fundamentales son: 1) Peso de huevo (óptimo intermedio). 2) Dureza de cáscara (gravedad específica; el estudio de las proteínas estructurales tendrá importancia creciente). 3) Color de cáscara (intensidad y uniformidad; hay que combinar la objetividad del reflectómetro con la subjetividad para huevos rosas, con manchas, etc). 4) Índice de forma. 5) Altura de albumen. 6) Manchas de sangre y carne.

El criterio de selección en ponedoras suele ser un índice clásico que incluye masa de huevos (número de huevos, peso del huevo) y peso del ave (como integrantes del "output"), y el consumo alimenticio ("input").

Excepto el tamaño del huevo y la dureza de la cáscara, que siempre se incluyen en el índice, los demás caracteres de calidad sólo se consideran cuando son un problema en la estirpe considerada.

Los consumidores eligen por color más que por evitar inclusiones, porque el huevo marrón se asocia con el "free-range". El huevo fresco no influye en la elección, aunque si se les pregunta es lo primero. El color de la yema influye más que la frescura, aunque los mejoradores no se preocupan de esto al controlarse por la alimentación.

Los huevos con bajo contenido en colesterol y alto contenido en ácidos grasos omega-3 son una realidad cercana.

La demanda de ovoproductos es imparable en Estados Unidos (resuelven el antagonismo dureza de cáscara-puesta, están libres de salmonella, huevos enriquecidos), y será necesaria la producción de estirpes con distinto cociente yema/albumen.

En Estados Unidos son reacios a abandonar la producción en jaulas de varias aves, y tienen un programa de selección de grupos (MUIR, 1996; Poultry Science, 75, 447-458). Las respuestas obtenidas en cinco generaciones han sido muy importantes en mortalidad, puesta y masa de huevos, sin que haya variado el peso del huevo. El modelo incluye efectos genéticos directos sobre el individuo, y asociados sobre el grupo de hermanas alojadas en la misma jaula.

Gallinas de carne

En producción de carne: 1) Disminuir la edad para 2 kg. 2) Aumentar eficiencia alimenticia. 3) Aumentar calidad (problemas actuales: grasa abdominal, ascitis, patas, muerte súbita, calidad muscular).

En carne, HAVENSTEIN *et al.* (1994, Poultry Science, 73, 1785-1812) han demostrado que la nutrición ha supuesto una mejora de 300 gr. en el peso a los 56 días, desde 1955,

mientras que la genética ha supuesto 2 kg; en conversión, nutrición y genética son idénticas. Utilizaron un diseño 2 x 2 con dos estirpes (control 1957 y Arbor Acres 1991), y con dos alimentos (1957 y 1991).

En producción de carne hay tres situaciones distintas de mercado: canal limpia (eficiencia alimenticia o peso-consumo será el criterio de selección), canal entera (añadir el % canal en el criterio de selección), o canal despiezada (añadir % de pechuga).

El pollo de carne ha sido seleccionado fundamentalmente para ritmo de crecimiento (además de conformación y conversión), sin que haya habido un incremento paralelo de los sistemas respiratorio y circulatorio, y de su capacidad para suministrar oxígeno a esa mayor masa muscular. Actualmente existen problemas de hipoxemia, con fallo en el lado derecho del corazón y grandes cantidades de líquido en la cavidad abdominal (ascitis).

El color de la piel es imprescindible pues hay mercados que exigen "broiler" amarillo y otros lo exigen blanco. En Asia el pollo de carne debe tener fibromelanosis, que origina una carne muy oscura. El gen del cuello desnudo es imprescindible si la producción es en zonas de altas temperaturas.

El contenido en el plasma de lipoproteínas de muy baja densidad como criterio de selección para separar líneas magras y grasas no ha tenido plena aceptación. El contenido es mayor en estirpes con rápido crecimiento (los materiales que forman la yema del huevo aumentan en estas estirpes). Fósforo en plasma es una medida fiable de lipoproteínas.

La incubabilidad-fertilidad es el peor problema en reproductoras pesadas. Hay que mantener altos niveles de calidad de huevo. El gen del enanismo ligado al sexo se irá imponiendo en la línea materna.

Los caracteres de comportamiento tendrán importancia creciente, debido al desarrollo de mercados especiales de calidad en los que el crecimiento rápido es indeseable ("label rouge").

El sexado genético solo se ha conseguido recientemente en "broillers" de plumaje rojo con plumas blancas (utilizando el gen plateado en presencia del inhibidor blanco dominante).

Nuevas tecnologías estadísticas

En relación con la aplicación del BLUP en avicultura, GIBSON *et al.* (1995; Poultry Science, 74, 1566-1576) han comparado el índice de selección (individual + hermanas + hermanastras) y el BLUP para datos simulados en ponedoras y 10 generaciones de selección. La respuesta relativa índice /BLUP oscilaba entre 96 y 99% y el aumento de consanguinidad era más alto con el BLUP.

Mc ALLISTER *et al.* (1990; IV WCGALP, 16, 69-72) compararon la selección por niveles independientes con el BLUP, utilizando un experimento con numerosas repeticiones de una sola generación, para catorce caracteres distintos, en seis poblaciones de ponedoras Leghorn. Obtuvieron resultados similares con ambos métodos.

En relación con la estimación de parámetros genéticos por REML, GROENEVELD *et al.* (1994; British Poultry Science, 35, 669-676) han publicado la estimación simultánea de varianzas-covarianzas usando REML (modelo animal) y Henderson 3 (modelo padre-madre) en una población seleccionada de Leghorn. Las estimas por

REML (cuando se consideraban datos de las siete primeras generaciones) eran muy altas para puesta, peso de huevo y peso de ave, en comparación con las calculadas por ANOVA tradicional. Durante las tres primeras generaciones usaron niveles independientes (masa de huevos, peso de ave, conversión) y luego un índice con restricción (maximizar conversión manteniendo constante el peso de huevo, y no permitiendo deterioro en la calidad de cáscara). Las heredabilidades de otros caracteres (conversión, consumo residual) fueron similares con ambos métodos. Al considerar sólo datos de la primera generación, las estimas por REML eran similares a las estimadas por ANOVA.

HAGGER (1990; British Poultry Science, 31, 701-713) estimó con un modelo animal la respuesta a la selección para ingreso menos coste alimenticio en ponedoras Rhode Island Red x White Plymouth Rock. Los caracteres registrados fueron puesta, peso de huevo y consumo. Observó una respuesta lineal de 0,45 unidades monetarias por generación (5 generaciones). Un gran incremento en peso de huevo fue la razón más importante para la obtención de la respuesta indicada. Las heredabilidades fueron calculadas por REML (criterio de selección, puesta, peso de huevo, masa de huevos, madurez sexual, peso de ave, eficiencia).

WANG *et al.* (1994; V WCGALP, 20, 86-89) han estimado por REML la heredabilidad de caracteres productivos en una línea materna para broilers (peso de ave, ritmo de crecimiento, consumo, conversión, peso de canal, % grasa abdominal).

WEI y VAN DER WERF (1993; Journal Animal Science, 71, 57-65) estimaron las varianzas aditivas y dominantes en caracteres de puesta (número de huevos, peso de huevo, gravedad específica) con un modelo animal aditivo+dominante, un modelo animal aditivo y un modelo padre-madre utilizando REML. Encontraron buena concordancia entre el modelo animal dominante y la heredabilidad padre-madre. El modelo aditivo daba estimas de heredabilidad mayores que el modelo dominante.

WEI y VAN DER WERF (1995; Journal Animal Science, 73, 2220-2226) han estimado heredabilidades y correlaciones genéticas en puros y cruces para caracteres de puesta.

WEI *et al.* (1992; XIX WPC, 1, 721-725) estimaron por REML la heredabilidad para puesta, peso de huevo y gravedad específica.

BESBES *et al.* (1992; Genetics, Selection, Evolution, 24, 539-552) estimaron heredabilidades y correlaciones genéticas de ponedoras por REML utilizando un modelo animal multicarácter reducido (puesta, peso de huevo, peso de ave, gravedad específica). Las estimas multivariantes coincidían con las univariantes y, en general, con las clásicas.

TIXIER-BOICHARD *et al.* (1995; Poultry Science, 74, 1245-1252) estimaron por REML los parámetros genéticos de dos líneas de Rhode Island Red seleccionadas divergentemente para consumo residual. Los caracteres considerados, además del criterio de selección, fueron: puesta, madurez sexual, peso de huevo, espesor de cáscara, peso de ave, consumo, conversión, superficie de barbillas, longitud de patas.

GIBSON *et al.* (1996; TAG, 92, 483-491) han estimado por REML las heredabilidades de cinco caracteres (puesta, peso de ave, peso de huevo, dureza de cáscara, madurez sexual), con dos estructuras distintas: datos de esa generación y las cinco siguientes o datos de esa generación y la siguiente. En el

primer caso las heredabilidades se sobrestimaban, mientras que en el segundo caso se infraestimaban. Utilizaban un índice de selección con información individual y familiar (hermanas y hermanastras) después de ajustar para efectos fijos.

Biotecnología

En relación con los estudios de genética molecular en avicultura, BUMSTEAD y CRITTENDEN coordinan el proyecto europeo y americano, respectivamente, sobre el mapa genético aviar (1995; Trends in Genetics, 11, 190-194). BUMSTEAD *et al.* utilizan un retrocruce a partir del cruce entre dos líneas consanguíneas de Leghorn Blanca; CRITTENDen *et al.* utilizan un retrocruce a partir del cruce entre "Red Jungle Fowl" y una línea consanguínea de Leghorn Blanca. Entre los dos proyectos hay 461 marcadores identificados.

La utilidad de la genética molecular será máxima en estudios relacionados con la resistencia a enfermedades, calidad del producto comercial y obtención de huevos enriquecidos con proteínas de uso farmacéutico (similar a las obtenidas en la leche de mamíferos). En relación con la calidad de la carne de pollo, CAHANER *et al.* han descubierto recientemente una banda ligada a un bloque de genes que afectan significativamente al porcentaje de grasa abdominal (la eficiencia de la selección clásica para reducir este carácter es limitada y exige el sacrificio de varios hermanos del candidato a la selección). Ahora hacen selección intrafamiliar de pollitos de un día basada en su DNA. En relación con la calidad de cáscara puede ser útil el paso de genes de la pintada, que para un espesor de cáscara dado tiene un 50% más dureza que la gallina. LAMONT *et al.* (1996; Animal Genetics, 27, 1-8) han identificado 20 marcadores incluyendo: madurez sexual, ritmo de puesta, color de cáscara, peso ave, altura de albumen, puesta total, dureza de cáscara. Retrocruce (y segunda generación a partir de éste) de dos líneas comerciales de ponedoras.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 161-172

MEJORA SIN RIESGOS PARA EL CERDO IBÉRICO

L. Silió*
J. Rodrigáñez*
C. Rodríguez*
M.A. Toro*
J.M. García-Casco**

* Área de Mejora Genética Animal
CIT-INIA, Madrid

** SIA Junta de Extremadura, Badajoz

RESUMEN

La producción de cerdos de tipo ibérico se ha incrementado en la última década hasta cerca de 1,5 x 10^6 animales sacrificados por año. Aunque integra diversos sistemas de producción, se basa mayoritariamente en animales cruzados con razas de mayor rendimiento productivo (Duroc). Ello limita los objetivos y métodos de su posible mejora genética, que debe vincularse a las ganaderías con sistemas extensivos de ciclo largo y productos destinados al segmento del mercado de máxima calidad. En este contexto, dadas las notables diferencias genéticas entre líneas de Ibérico descritas en la presente revisión, se propone la sustitución y cruce entre líneas como método inicial de mejora, que no conlleva deterioro de la rusticidad y de la calidad de carne y grasa. Aunque la selección para crecimiento magro ha resultado efectiva en un ensayo experimental, la mejora por selección requiere una evaluación rigurosa pues, dada la singularidad de la población, corresponde a una situación de máxima aversión al riesgo. Para reducir éstos, son necesarios programas con altos costes: amplio número de efectivos reproductores y/o registro de parámetros de calidad, así como el desarrollo de estructuras que combinen selección y difusión genética.

Palabras clave: Cerdo ibérico, Selección, Heterosis, Depresión consanguínea.

SUMMARY
IBERIAN PIG IMPROVEMENT WITHOUT RISKS

Pig production from Iberian type has increased in last decade as far as about 1.5 x 10^6 annual slaughtered animals. It is mainly based in crossbred animals using breeds with better productive performance (Duroc), though several production systems are involved. This situation restricts the objectives and methods for its possible genetic improvement, which must be linked to herds under extensive systems with long cycles and final products adressed to the market segment of greatest quality. Within this context, owing to the remarkable genetic differences between Iberian strains described in this review, substitution and crosses between lines are proposed as the initial method of improvement, to avoid the risk of loss of rusticity and fat and meat quality. Selection for lean growth has proved to be effective in an experimental assay, but the improvement through selection requires a rigorous evaluation as, due to the singularity of this population, it corresponds to a situation of maximum aversion to risk. To reduce it, high priced programmes are required: large effective number of breeding animals

and/or records of quality parameters, as well as the development of structures combining selection and genetic diffusion.

Key words: Iberican pig, Breeding, Heterosis, Lubreeding depression.

La población y los sistemas de producción

Durante siglos, la población de cerdos ibéricos se mantuvo con un amplio censo que en 1955 todavía alcanzaba las 567.424 cerdas reproductoras. El hábitat característico del cerdo ibérico es la dehesa, bosque mediterráneo dominado por árboles del género Quercus, encinas y alcornoques, sobre pastizales herbáceos anuales, con una fuerte estacionalidad de la producción de nutrientes para el ganado.

En ausencia de un grupo predominante de seleccionadores, las características singulares de estos animales (capa y pelo oscuros, largo hocico, reducido apetito y metabolismo, pequeño tamaño y madurez temprana) derivan de un largo proceso de adaptación a las duras condiciones del pastoreo de las dehesas del suroeste de la Península Ibérica, con clima continental semiárido, precarios alojamientos y oscilaciones extremas de los recursos disponibles de alimentos. Junto a estos rasgos comunes la población presentaba una considerable heterogeneidad, con tipos comarcales bien diferenciados: colorados rubios y retintos, negro lampiños de La Serena y de la Vega del Guadiana, manchados de Jabugo etc.

Esta situación comienza a quebrarse en 1960 con los primeros brotes de Peste Porcina Africana, la depreciación de las grasas animales y la sustitución en el mercado de carne de la producción de cerdo ibérico por la explotación intensiva de razas importadas. El censo se reduce de modo drástico y se establece una nueva estructura basada en el cruzamiento con Duroc, tras ensayarse cruces con la práctica totalidad de las razas de capa oscura: Tamworth, Wessex Saddleback, Large Black, Berkshire y Duroc-Jersey. Como consecuencia de todo ello, según el censo del MAPA, el número de reproductoras ibéricas descendió en 1982 a 53.541.

La última década ha posibilitado una recuperación de la producción de cerdos ibéricos (cerca de 1.500.000 animales sacrificados por año) debido al desarrollo de un mercado específico de sus productos curados. De acuerdo con el censo realizado en 1995 por la asociación de ganaderos AECERIBER, en colaboración con algunas comunidades autónomas, el número de reproductoras ibéricas se eleva a 93.076, para un total de 6.350 explotaciones en las que existen además 62.724 reproductoras cruzadas (Tabla 1).

El aumento de la demanda de productos de cerdo ibérico y la necesaria mejora del rendimiento económico de las explotaciones ha dado lugar a una diversificación de los sistemas de producción, coexistiendo varias alternativas diferenciadas en cuanto al grado de dependencia de recursos naturales y en cuanto al tipo genético de los animales (ibéricos o cruzados). Se estima que menos del 25% de los animales sacrificados son ibéricos puros, mientras el 35% de las canales proceden de animales 1/2 ibéricos y el 40% restante de 3/4 ibéricos. Según datos

TABLA 1
CENSO DE REPRODUCTORAS DE TIPO IBÉRICO EN 1995

Región	Ibéricas	Cruzadas	Total
Extremadura	71.164	35.705	108.869
Andalucía	16.438	20.430	36.868
Castilla León	4.897	3.661	8.558
Castilla La Mancha	577	2.927	3.504
Total	93.076	62.723	157.799

de AECERIBER, el porcentaje de cerdos de tipo ibérico cebados en régimen de montanera o recebo (montanera parcial) es del 40%; el 60% restante es finalizado con pienso comercial bien en cebaderos al aire libre o en régimen intensivo.

Existe un interés creciente por la calidad de los productos elaborados que se asocia a los sistemas de producción más tradicionales. El mercado asigna precios diferentes en función del origen genético y sistema de ceba. Instituciones como los Consejos Reguladores de las Denominaciones de Origen (Guijuelo, Extremadura...) y procedimientos como los contratos homologados intentan garantizar la calidad de la materia prima de la industria. Para evitar posibles fraudes se han propuesto diversos métodos de verificación del tipo de alimentación recibido en la ceba. El análisis de la fracción lipídica y de triglicéridos de grasas hepáticas es el método más prometedor de discriminación post mortem del tipo de ceba (ORDOÑEZ y HOZ, 1992). En cuanto a la discriminación del tipo genético, nuestro grupo viene trabajando, con buenos resultados, en el establecimiento de un sistema de marcadores RAPD que permita la distinción de animales puros y cruzados.

El proceso en curso de normalización de los productos, hace previsible, en nuestra opinión, la simplificación futura de los sistemas de producción en dos grandes opciones, que requieren diferentes tipos de animales: a) sistemas extensivos de costes mínimos, que utilizarían preferentemente cerdos ibéricos sometidos a un largo ciclo productivo (≥18 meses), orientado a la reducción de costes y obtención de canales de máxima calidad de carne y grasa, mediante el aprovechamiento de los recursos de la dehesa y b) sistemas de máxima eficiencia, con empleo de animales cruzados, cría intensiva (madres estabuladas y reducido intervalo entre partos), y ciclo de producción acortado (10-12 meses) con recría y ceba semiextensivas en cercados de ejercicio al aire libre.

La variación disponible

Diferencias genéticas entre líneas

Se ha mencionado ya la heterogeneidad de tipos existentes en la población tradicional sobre la que existe una considerable información registrada en la piara ibérica de

El Dehesón del Encinar (Oropesa, Toledo), establecida hace 52 años a partir de cuatro estirpes, dos portuguesas y dos extremeñas, representativas de los principales tipos de la época. La comparación entre estas estirpes tradicionales puso de manifiesto la existencia de notables diferencias tanto para caracteres de crecimiento como de composición corporal (DOBAO *et al.*, 1985; GARCÍA-CASCO, 1993). Curiosamente la línea de mejor crecimiento y composición corporal más magra corresponde a un tipo (el dourado alemtejano o rubio andaluz) hoy prácticamente extinguido en España, probablemente por el color rubio claro de su pelo y su mayor formato, que se consideran ajenos al prototipo racial.

Pese a la pérdida de variabilidad que supuso la crisis del cerdo ibérico en el período 1960-80 con la desaparición o deterioro extremo de algunos de los tipos tradicionales, subsiste en la población actual de cerdos ibéricos una considerable variabilidad morfológica y productiva. Las diferencias productivas entre las líneas actuales están siendo evaluadas en un proyecto a cargo del SIA de la Junta de Extremadura que incluye líneas de centros públicos y de ganaderías privadas (BENITO *et al.*, 1995), así como en pruebas de comparación de ganaderías que realiza anualmente la propia asociación de ganaderos AECERIBER en Extremadura y en Andalucía. Todos estos ensayos se realizan en condiciones de manejo extensivo y, a título de ejemplo, se resumen en la tabla 2 los resultados relativos al crecimiento durante la ceba, expresados en términos de los valores de la máxima diferencia entre las ganaderías comparadas en cada ensayo.

Las diferencias de crecimiento observadas tanto en recría como en ceba resultan en notables diferencias de peso de sacrificio (14,8 y 18,3 Kg.) en los ensayos realizados con sacrificio a edad fija de 15,5 meses (AECERIBER) y en diferencias de 30 días en la edad de sacrificio en los realizados a peso constante (SIA de Extremadura). Asimismo se detectan en todas las comparaciones diferencias significativas entre algunas líneas en caracteres de canal que, en el caso de este último ensayo ascienden a: 0,3 Kg. de peso de lomos, 0,4 Kg. de paletas y 0,5 Kg. de jamones (BENITO *et al.*, 1995).

Heterosis entre líneas

Los registros obtenidos entre 1947 y 1957 en 16 tipos genéticos, procedentes del cruce dialélico completo entre las 4 estirpes

TABLA 2
ENSAYOS DE COMPARACIÓN ENTRE LÍNEAS: MÁXIMA DIFERENCIA EN GANANCIA MEDIA DIARIA EN CEBA ENTRE LAS LÍNEAS COMPARADAS EN DIVERSOS ENSAYOS

Ensayo	N° de líneas	N° de Animales	Máxima diferencia entre líneas g./día	% Media
AECERIBER-Ext.	6	270	61	9,5
AECERIBER-And.	5	188	53	7,8
SIA-Ext.	4	192	100	11,3
Dehesón del Encinar	4	679	79	11,3

fundadoras de la citada piara experimental de El Dehesón del Encinar, constituyen un material idóneo para la evaluación de la heterosis obtenida en su cruzamiento. Un resumen de los diferentes análisis efectuados se muestra en la tabla 3. Los resultados confirman la existencia de una importante heterosis directa o individual, diferencia entre el rendimiento de la progenie y la media de los parentales, tanto para caracteres productivos (GARCÍA-CASCO y SILIÓ, 1991; SILIÓ *et al.*, 1994), como reproductivos (RODRIGUEZ *et al.*, 1993). Recientemente, los resultados obtenidos en los cruces ensayados hasta el momento en el SIA de Extremadura indican asimismo heterosis entre líneas genéticamente separadas (BENITO *et al.*, 1995).

En términos de porcentajes de la media de los parentales estos valores superan los que se encuentran en cruces entre razas. Por ello el cruce entre líneas de Ibérico resulta un método sencillo aconsejable para la mejora de caracteres de crecimiento y prolificidad. No ocurre así en los caracteres de canal, en los que los estudios realizados (GARCÍA-CASCO, 1993) confirman la evidencia previa en cerdos de tipo intensivo que indica un comportamiento aditivo de estos caracteres, sin presentar generalmente heterosis ni depresión consanguínea.

Variación dentro de línea

La estimación de parámetros genéticos y ambientales y la validación de modelos constituyen requisitos previos de la puesta en marcha de un programa de selección. La información disponible en poblaciones de cerdo ibérico procede de trabajos realizados casi exclusivamente en El Dehesón del Encinar. En las Tablas 4 y 5 se resumen las estimas obtenidas en la estirpe Torbiscal de la heredabilidad (h^2) y del efecto de ambiente permanente de la hembra (m^2) para diversos caracteres de cría (RODRÍGUEZ *et al.*, 1994) y de la heredabilidad y coeficiente de ambiente común (c^2) de diversos caracteres de crecimiento (GARCÍA-CASCO y BÉJAR, 1993).

Análisis complementarios han mostrado la inexistencia de efectos genéticos mater-

TABLA 3
ESTIMAS DE HETEROSIS INDIVIDUAL ENTRE CUATRO ESTIRPES TRADICIONALES DE CERDO IBÉRICO

	Unidades	% Media
Prolificidad		
N° nacidos	0,48 lechones	6,2
N° nacidos vivos	0,57 lechones	7,9
Crecimiento		
Peso 21 días	0,10 kg.	2,5
GMD recría	29,3 g./día	14,2
GMD ceba	43,7 g./día	7,1
Peso final recría	10,2 kg.	14,7
Peso sacrificio	15,4 kg.	10,1

TABLA 4
HEREDABILIDAD (h^2) Y COEFICIENTE DE AMBIENTE PERMANENTE (m^2) EN CARACTERES DE CRÍA EN CERDOS IBÉRICOS

Caracteres	Cerdas/Camadas	h^2 (e.t.)	m^2 (e.t.)
Nacidos	1.411 5.138	0,08 (0,02)	0,08 (0,02)
Nacidos vivos	1.411 5.138	0,07 (0,02)	0,06 (0,02)
P. camada 21d.	1.004 2.049	0,12 (0,04)	0,08 (0,04)

TABLA 5
HEREDABILIDAD (h^2) Y COEFICIENTE DE AMBIENTE COMÚN (c^2) EN CARACTERES DE CRECIMIENTO EN CERDOS IBÉRICOS

Caracteres	Registros	h^2 (e.t.)	c^2 (e.t.)
Peso 50 d.	26.913	0,10 (0,01)	0,27 (0,01)
Peso 4m.	2.633	0,29 (0,05)	0,24 (0,02)
Peso 8m.	2.682	0,27 (0,05)	0,15 (0,03)
E. Grasa 40 kg.	2.633	0,30 (0,05)	0,14 (0,02)

nos sobre estos caracteres de cría, no siendo por ello necesaria la inclusión en los modelos de análisis de estos efectos. Las correlaciones genética y fenotípica entre nacidos vivos y peso de la camada a 21 días se estiman en 0,214 y 0,043.

El anterior análisis de peso de camada se refiere a camadas sin adopciones. Dado que en las explotaciones son frecuentes las adopciones, ello supone prescindir de un importante número de registros. Una posible solución es incluir como covariable en el modelo el número de lechones criados a 21 días. El peso de la camada ajustado a esta covariable es atribuible esencialmente a la capacidad lechera de la madre. Las correspondientes estimas así obtenidas son h^2 = 0,24 (0,04) y m^2 = 0,18 (0,.03), valores que permiten predecir considerables tasas de respuesta a la selección para el carácter, utilizando evaluación BLUP con modelos con repetibilidad.

En el análisis del peso individual del lechón a 21 días con un modelo de efectos maternos, las estimas de h^2, h_M^2 y c^2 fueron 0,02, 0,16 y 0,13, respectivamente, reforzando la evidencia de variabilidad genética para la aptitud lechera en cerdas ibéricas.

Los valores de heredabilidad del peso a 4 y a 8 meses sugieren la posibilidad de obtener cambios genéticos apreciables mediante selección para dichos caracteres. El coeficiente de ambiente común refleja el efecto del ambiente compartido por los her-

manos de camada y su considerable valor para los caracteres estudiados hace aconsejable la inclusión de este efecto aleatorio en los posibles modelos de evaluación.

No se dispone de estimas de parámetros genéticos del crecimiento en el período de ceba ni de caracteres de calidad de canal y carne. Los ensayos de comparación de ganaderías que realiza AECERIBER, empleando chips de identificación electrónica, permitirán a medio plazo subsanar esta carencia en lo relativo a crecimiento en ceba y características de canal. Mas problemático es lo referente a parámetros genéticos de medidas de calidad de carne y grasa, pues a la dificultad de la identificación de animales en montanera y de canales y piezas en matadero, hay que sumar lo costoso de estos registros.

Los riesgos de la selección

El escenario

Junto a la dificultad para el registro de datos productivos individuales, común a la ganadería extensiva, el principal condicionante de la selección en cerdos ibéricos es la falta de incentivos para el control de la genealogía, que requiere importantes cambios en el manejo habitual. En éste, las cubriciones no se realizan mediante detección de celos y monta dirigida, sino 'echando la simiente' a las hembras, es decir juntando éstas con un lote de verracos durante varias semanas. El empleo de un solo verraco por cada grupo de cerdas requiere un mayor numero de cercados y se asocia a una menor proporción de gestantes, lo que constituye un serio problema en un sistema de producción marcadamente estacional. El notable esfuerzo realizado en los últimos años por AECERIBER en la puesta en marcha de su esquema de valoración genética, a partir de controles realizados en las propias ganaderías, encuentra este importante obstáculo que limita la información familiar disponible.

Para superarlo, es preciso diferenciar entre las explotaciones el escenario de la posible selección, localizando la evaluación genética y selección consiguiente en aquellas ganaderías en las que sea posible compatibilizar el manejo extensivo con el registro de información genealógica y productiva de modo regular y fiable. Estos núcleos de selección, constituidos por uno o varios ganaderos agrupados, podrían orientarse al desarrollo de diferentes líneas especializadas con diversos objetivos (maternas o paternas, destinadas a la cría en pureza o al cruce con Duroc) a difundir en las explotaciones de producción. Los sistemas de producción integrada impulsadas por algunas industrias transformadoras con ganaderos colaboradores podrían ser la base de las necesarias estructuras de mejora.

Un ejemplo de selección en núcleo

Entre los posibles objetivos de selección en cerdos ibéricos, el logro de un mayor crecimiento muscular sintetiza diversos aspectos correlacionados de marcado interés: reducción del exceso de grasa corporal, mejora del índice de conversión e incremento de la proporción de magro en las canales, que son algunas de las principales limitaciones productivas de los cerdos ibéricos. El precoz desarrollo de los tejidos grasos en los cerdos ibéricos hace que la selección a partir de registros obtenidos en los primeros 4-5 meses de edad constituya una opción prometedora que, frente a otras alternativas

basadas en registros más tardíos posibilita, una alta intensidad de selección a costes asequibles. Existe un antecedente en el proceso de selección empírica efectuado sobre peso al destete a lo largo de 23 años en la estirpe Torbiscal (BÉJAR *et al.*, 1993), que resultó en una tasa anual de progreso genético de +0,47 kg. de peso a 8 meses, una reducción de la grasa subcutánea y un paralelo incremento de los componentes magros de la canal (DOBAO y col., 1985; GARCÍA CASCO, 1993).

Con este enfoque, en 1989 se decidió llevar a cabo una experiencia de selección para crecimiento muscular utilizando la estirpe Torbiscal como control. Los caracteres registrados fueron peso a 4 meses (P4M) y espesor de grasa dorsal ajustado a 40 Kg. (ET). Los animales fueron evaluados mediante BLUP-Modelo Animal, seleccionándose como reproductores de la línea S los de mayor índice genético EBV_{P4M} - 4*EBV_{ET}. Se dispone actualmente de datos de 2.633 lechones de ambas líneas. Los resultados confirman la eficiencia de la selección para ambos caracteres, siendo el progreso genético entre 1989 y 1995, de +2,94 ± 0,70 Kg. y -1,23 ± 0,16 mm. (SILIÓ *et al.*, 1996). Los cambios genéticos observados se han conseguido en condiciones de manejo en grupo y alimentación restringida comunes en las explotaciones de cerdo Ibérico. El proceso de selección no conlleva otras alteraciones de manejo que las derivadas del control genealógico y la realización de operaciones simples como pesadas y medidas de espesor de grasa por ultrasonido. Pese a lo sencillo de la selección realizada, la respuesta obtenida equivale a tasas anuales de progreso genético de 1,4 y 1,9 % de la media para P4M y ET.

El interés práctico de estos resultados se está confirmando con información de crecimiento y despiece registrada en lotes de animales de ambas líneas cebados con manejo extensivo y sacrificados en mataderos comerciales. Los resultados disponibles (148 animales) se presentan en la tabla 6 e indican como resultados significativos una importante reducción de la grasa dorsal a 100 Kg. y un incremento del peso de lomos. Los pequeños incrementos en peso de jamones y paletas (piezas de composición tisular compleja) no son estadísticamente significativos.

En ensayos a realizar en las dos próximas montaneras, se pretende completar la evaluación de esta línea, y extender los registros al peso de otras piezas magras que pueden haber aumentado a causa de la selección, así como a medidas de calidad de carne y grasa. A largo plazo, los cambios en composición corporal conllevan riesgos en cuanto al mantenimiento de las cualidades

TABLA 6
DIFERENCIAS ENTRE LÍNEAS TORBISCAL SELECCIONADA Y CONTROL (S-C) PARA CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CANAL

	S - C		S - C
Crecimiento		Canal	
GMD recría	11 ± 12 g./d.	Lomos	0,28 ± 0,12 Kg.
ET a 100 Kg.	-3,6 ± 1 mm.	Paletas	0,31 ± 0,30 Kg.
GMD ceba	19 ± 21 g./d.	Jamones	0,33 ± 0,50 Kg.

mas valiosas del cerdo ibérico: su buena adaptación al ecosistema dehesa y la aptitud de su carne para la elaboración de productos curados.

Los riesgos en la selección de cerdos ibéricos

El deterioro de la calidad de carne como consecuencia no deseable de un proceso prolongado de selección similar al realizado en las razas europeas de tipo intensivo, constituye un ejemplo de riesgo en la selección del cerdo ibérico. Aunque un mayor conocimiento de los parámetros genéticos de los caracteres implicados permitiría hacer algo mejor las cosas, parece claro que solo cambios moderados de la composición corporal serían admisibles sin que la calidad de carne se resintiera. Pero no es este el único tipo de riesgos. Acotado el núcleo como escenario inevitable de la selección, se plantean dos riesgos adicionales derivados de la reducción del censo efectivo que conlleva el uso de evaluación basada en información familiar (modelo animal) en una población de tamaño limitado: aumento de la consanguinidad con riesgo de depresión consanguínea y de la varianza de la respuesta a la selección con menor probabilidad de éxito del programa (TORO *et al.*, 1988; MEUWISSEN, 1991).

La información sobre depresión consanguínea en cerdos ibéricos, procedente asimismo de trabajos realizados sobre las estirpes de El Dehesón del Encinar, se presenta en la tabla 7.

Se aconseja una tasa anual de consanguinidad igual a inferior al 1% por generación para evitar las consecuencias negativas de la homocigosis. Ello requiere un diseño cuidadoso ya que el recurso a abrir el núcleo periódicamente, común en razas de difusión universal, parece excluido en el cerdo ibérico. GARCÍA-CASCO (1993) ha analizado, mediante un modelo determinístico, la respuesta y aumento de consanguinidad esperadas en núcleos de selección para suma de piezas nobles (SPN) para diversos censos y tasas de apareamiento: 120, 240 y 360, ♀♀ reproductoras y tasas de apareamiento de 4, 6, 8 y 10 ♀♀ por ♂. Sólo 3 de las 12 alternativas analizadas posibilitan tasas de consanguinidad tolerables. Entre ellas la más

TABLA 7
DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA EN CERDOS IBÉRICOS: EFECTO DEL 10% DE AUMENTO DE LA CONSANGUINIDAD DE LA MADRE Y DEL ANIMAL

Caracteres	Consanguinidad de	
	Madre	Individuo
Nacidos	-0,018	-0,140
Nacidos vivos	-0,150	-0,170
Peso camada 21d. kg.	-0,983	-1,023
Peso individual 21d. kg.	-0,072	-0,098
Peso individual 50d. kg.	–	-0,507
Peso individual 4m. kg.	–	-1,175
Peso individual 8 m. kg.	–	-1,970

sencilla: 60 ♂♂ y 240 ♀♀, permite respuestas de +0,50 kg. de SPN por generación, con una tasa de consanguinidad de 0,72%.

El problema se acentúa en la selección para caracteres de expresión en un solo sexo y baja heredabilidad, de los que los caracteres reproductivos son el ejemplo característico. Se ha analizado por simulación la respuesta y consanguinidad alcanzadas en un núcleo teórico de 240 ♀♀ (con registros adcionales de otras 240 hermanas) con selección mediante BLUP-Modelo Animal para un carácter reproductivo, media del tamaño de camada en los dos primeros partos, de heredabilidad h^2= 0,15. Con apareamiento de 20 ♀♀/♂, la respuesta esperada al cabo de 10 ciclos de selección es importante G_{10}= 1,34 σp. Pero, tanto los valores de la consanguinidad F_{10}= 0,301 como del coeficiente de variación de la respuesta $CV(G_{10})$= 0,167 hacen desaconsejable esta opción, dado que con moderada aversión al riesgo se recomiendan valores de $CV(G_{10})$ ≈10%, ya que para valores superiores la probabilidad de éxito del programa se reduce sensiblemente.

El recurso a una baja tasa de apareamiento (hembras por macho) y por tanto a la utilización de un número de verracos, desusadamente elevado en las explotaciones de cerdo ibérico (> 48 ♂♂), resulta obligado para paliar los riesgos genéticos expuestos (Tabla 8). Ello conlleva un incremento de los costes de la selección (mantenimiento de verracos, control paternidad) que debe valorarse cuidadosamente a la hora de implementar un programa con esta orientación.

Una proposición modesta

Las zonas en vías de desarrollo del sur de Europa han mantenido formas de producción porcina que los defensores de la intensificación califican de arcaicos. Esta producción extensiva utiliza razas autóctonas, pastos y recursos forestales y constituye una actividad de importancia para estos territorios por el considerable valor añadido de la elaboración de productos curados tradicionales. Con FRANCOIS CASABIANCA (1995) cabe preguntarse si, dada la marcada diferencia con la producción intensiva, las soluciones técnicas propias de ésta son adecuadas a las necesidades de los productores extensivos.

TABLA 8
RESPUESTA (G_{10}, σp), VARIANZA DE LA RESPUESTA $V(G_{10})$, COEFICIENTE DE VARIACIÓN $CV(G_{10})$ Y CONSANGUINIDAD (F_{10}) TRAS 10 CICLOS DE SELECCIÓN PARA UN CARÁCTER REPRODUCTIVO (h^2= 0,15) EN NÚCLEOS DE M ♂♂ Y 240 ♀♀. VALORES PROMEDIO DE LA SIMULACIÓN DE 100 REPETICIONES

M XX	G_{10}	$V(G_{10})$	$CV(G_{10})$	F_{10}
12	1,343	0,050	0,167	0,301
24	1,266	0,032	0,141	0,149
48	1,245	0,023	0,121	0,112

En lo que se refiere a mejora genética, esta pregunta equivale a plantear si en el cerdo mediterráneo extensivo son válidas las orientaciones de los programas de mejora vigentes en las poblaciones intensivas. En éstas, tras un período inicial de sustitución de las menos eficientes, la selección ha sido muy eficaz en la mejora del crecimiento y en la modificación de la composición corporal y sólo recientemente comienzan a obtenerse por selección líneas de superior prolificidad. El cruce entre razas es asimismo la segunda clave de la mejora genética porcina. La alta tasa reproductiva de la especie posibilita complejos esquemas de cruzamiento orientados al aprovechamiento, en el estrato comercial de las diferencias genéticas entre las líneas empleadas. A partir de estos esquemas se han desarrollado los tipos genéticos preponderantes en la actualidad en las explotaciones intensivas europeas y americanas.

En el ámbito de la producción de cerdo ibérico, ya se ha mencionado que la extensión de los cruzamientos con Duroc constituye el hecho más notable en términos de mejora genética. El superior crecimiento y rendimiento magro de los animales procedentes del cruce entre Ibérico y Duroc, bien al 50 o al 75%, han sido puestas de manifiesto en numerosos trabajos (DOBAO *et al.*, 1987; APARICIO, 1987). Las poblaciones extranjeras que intervienen en estos cruces pertenecen a una raza de difusión universal sometida a selección en diferentes países, y van a serlo más en el futuro, en un contexto europeo de saturación del modelo de producción intensiva e interés por la producción al aire libre y la obtención de productos de calidad. El progreso genético se importa y no se demanda selección para el ibérico. De hecho, las líneas ibéricas empleadas en los cruces, especialmente en la vía paterna, corresponden a los tipos más grasos como el negro lampiño.

Desde el enfoque de los ganaderos con manejo tradicional y productos destinados al segmento del mercado de máxima calidad y precio se hacen dos críticas a estos cruzamientos: la inferior adaptación de los animales al manejo extensivo y la menor calidad atribuida a los productos curados de este origen genético. En sistemas de producción de ciclo largo y mínimos costes, el uso de animales ibéricos puede ser más aconsejable que los cruces con Duroc. Es en este contexto donde se plantea la posible mejora genética del cerdo ibérico.

Lo expuesto en los apartados anteriores nos hace proponer que esta mejora se base inicialmente en los procesos más simples y mejor establecidos de sustitución y cruce entre líneas. La variedad de líneas y tipos aún disponibles en la población ibérica, con marcadas diferencias fisiológicas y productivas, permite utilizar sus cruces como una alternativa simple y efectiva para aumentar los rendimientos productivos sin merma de la rusticidad y de la calidad de la materia prima de la industria. En este sentido los trabajos en curso a cargo de AECERIBER y del SIA de Extremadura constituyen una valiosa orientación.

Menos claras son las perspectivas de la mejora por selección, que dada la singularidad de la población y sin competencia entre esquemas alternativos, se corresponde a una situación de máxima aversión al riesgo. La superación de éstos requiere, en la mayor parte de los casos, asumir programas con altos costes con empleo de un amplio número de efectivos reproductores y/o registro de información sobre parámetros de calidad. El análisis de la viabilidad económica de las necesarias estructuras de selección y difusión, ligado a las previsiones de demanda de

animales seleccionados, escapa a los objetivos del presente trabajo.

Referencias

APARICIO, J.B, 1987. "El cerdo ibérico". Sánchez Romero Carvajal, Jabugo.

BÉJAR, F.: RODRÍGUEZ, C. y TORO, M.A., 1993. "Estimation of genetic trends for weaning weight and teat number in iberian pigs using mixed model methodology". *Livestock Production Science*, 33: 239-251.

BENITO *et al.*, 1995. "Caracteristicas productivas y reproductivas de distintas estirpes de cerdo ibérico. Introducción a los cruzamientos entre estirpes". *III Encuentro Intersectorial de Cerdo Ibérico*. Fregenal de la Sierra, Badajoz.

CASABIANCA, F., 1995. "Optimisation des systèmes d'élevage traditionnels du porc méditerranéen". *IIIrd International Symposium on Mediterranean Pig*. Benevento, Italia.

DOBAO, M.T.; POZA, M.L.; RODRIGÁÑEZ, J. y SILIÓ, L., 1985. "Diferencias en la composición de canal de tres estirpes de cerdo Ibérico". *Anales del I.N.I.A.* Serie Ganadera, 22(1): 99-112.

DOBAO, M.T.; RODRIGÁÑEZ, J.; SILIÓ, L.; TORO, M.A.; DE PEDRO, E. y GARCÍA SILES, J.L., 1987. "Crecimiento y características de canal en cerdos Ibéricos, Duroc-Jersey x Ibérico y Jiaxing xIbérico". *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*, 2(1): 9-23

GARCÍA-CASCO, J., 1993. "Aspectos genéticos de la mejora de caracteres de crecimiento de cerdos ibéricos". *Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.*

GARCÍA-CASCO, J. y BÉJAR, F., 1993. "Estimas de componentes de (co)varianza en caracteres de crecimiento en cerdos ibéricos mediante metodología REML". *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*, 8(1): 25-32.

GARCÍA-CASCO, J. y SILIÓ, L., 1991. "Heterosis en el crecimiento de cerdos ibéricos". *ITEA*, 87A (2,3): 218-226.

MEUWISSEN, T.H.E., 1991. "Expectation and variance of genetic gain in open and closed nucleus and progeny testing schemes". *Animal Production* 53: 133-141.

ORDÓÑEZ, J.A. y HOZ, L., 1992. "Alimentación y calidades de carnes del cerdo ibérico". En *El cerdo ibérico, la naturaleza, la dehesa*, pp. 211-220. MAPA. Madrid.

RODRÍGUEZ, C., BÉJAR, F., RODRIGÁÑEZ, J. y SILIÓ, L., 1993. "Componentes de varianza, heterosis y depresión consanguínea en el tamaño de camada de cerdos ibéricos". *Investigación Agraria Producción y Sanidad Animales:* 8(1): 45-53.

RODRÍGUEZ, C., RODRIGÁÑEZ, J. y SILIÓ, L., 1994. "Genetic analysis of maternal ability in Iberian pigs". *Journal of Animal Breeding and Genetics* 111 (3): 220-227.

SILIÓ, L., RODRÍGUEZ, C., TORO, M.A. y RODRIGÁÑEZ, J., 1994. "Maternal and individual genetic effects on piglet weight". *5th WCGALP*, 17: 355-358.

SILIÓ, L., TORO, M.A, RODRÍGUEZ, C. y RODRIGÁÑEZ, J., 1996. "A Bayesian analysis of a selection experiment for lean growth in Iberian pigs". *4tth Annual Meeting EAAP*, Lillehammer, Noruega.

TORO, M.A., SILIÓ, L., RODRIGÁÑEZ, J. y DOBAO, M.T., 1988. "Inbreeding and family index selection for prolificacy in pigs". *Animal Production*, 46: 79-85.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 173-176

APLICACIÓN E IMPLICACIONES DEL MODELO ANIMAL EN PORCINO

J. Estany
D. Babot
L. Alfonso
J.L. Noguera

Area de Producció Animal
Centre UdL-IRTA. 25198 Lleida

RESUMEN

Se presentan las implicaciones que la utilización del BLUP-modelo animal ha tenido en la mejora genética del porcino y se describen algunos aspectos prácticos relacionados con su aplicación en las poblaciones que participan en el sistema GTEP-S.

SUMMARY

Implications of using BLUP-animal model on pig breeding are presented. Some practical aspects associated with its application in the populations involved within the GTEP-S system are described.

A finales de los años ochenta las empresas de mejora porcina empezaron a considerar las ventajas de utilizar el BLUP-modelo animal como método de selección alternativo a los índices tradicionales en uso. Las implicaciones que en la práctica ha tenido la aplicación del BLUP en los programas de mejora porcina han sido tanto tácticas como estratégicas. Por una parte, ha supuesto una redefinición de los objetivos de selección, en los que se ha incluido la prolificidad, lo que a su vez ha llevado a una especialización de las líneas en maternas y paternas. Diversos estudios apuntan a que la ventaja económica de utilizar líneas especializadas en los esquemas de cruzamiento en lugar de líneas de aptitud general es de al menos un 10%; por otra parte, ha condicionado las estructuras de mejora y la propia selección dentro de línea. La posibilidad de comparar animales ubicados en diferentes ambientes ha conducido a que en la actualidad las evaluaciones genéticas se basen fundamentalmente en los datos tomados en granja, dado que así es posible ampliar la base de selección, que puede estar emplazada en varios núcleos. Además de incrementar la precisión de las evaluaciones, la aplicación del BLUP-modelo animal permite optimizar la relación coste-beneficio de la selección dentro de línea, como por ejemplo seleccionando previamente a los animales a controlar según el valor genético predicho a partir de su información genealógica o substituyendo a un reproductor del núcleo sólo cuando haya otro con mayor valor genético (selección secuencial). En relación a los índices tradicionales, la aplicación de la metodología BLUP incrementa en términos medios un 10% la respuesta esperada dentro de

línea, siendo más relevante conforme disminuye la heredabilidad del carácter. En contrapartida, la utilización del BLUP comporta un mayor aumento del nivel de consanguinidad de la población, lo que incrementa el riesgo para el programa a largo plazo. Por esta razón, en los últimos años se ha tendido a aumentar el tamaño de los núcleos y a acelerar la rotación de los machos. Al pasar de 200 a 400 hembras reproductoras la respuesta esperada en una línea materna aumenta del orden de un 10%.

Las expectativas teóricas que ha generado la aplicación del BLUP descansan en la práctica en cuatro supuestos: 1) disponer de una base de datos fiable y completa en cuanto a registros y genealogía; 2) disponer de modelos adecuados para describir los caracteres objeto de la selección; 3) disponer de la evaluaciones genéticas en el momento de la selección, lo que en porcino implica un sistema de procesado de los datos que sea rápido y continuo, en algunos casos semanal; y 4) mayor especialización de los técnicos y usuarios. Los dos últimos requerimientos no son en la actualidad problemáticos, pues existen paquetes estadísticos y sistemas de información lo suficientemente ágiles como para que el ganadero disponga de las evaluaciones genéticas de sus animales en 24 horas. Por otra parte, cada vez es más frecuente que las empresas cuenten con especialistas o asesores externos que conozcan las particularidades de la metodología.

En nuestro caso particular, desde 1990 el esquema de adquisición de datos y el flujo de la información necesario para realizar las evaluaciones genéticas se realiza a partir del sistema GTEP-S. Este sistema consiste fundamentalmente en un programa informático de uso en ordenador personal, una conexión telemática de intercambio de información, una base de datos central y un conjunto de programas específicos destinados a evaluar genéticamente a los animales. El programa GTEP-S, instalado en cada empresa, es el procedimiento mediante el cual el ganadero registra los datos necesarios para predecir el valor genético de los animales para los caracteres número de nacidos vivos, ganancia media diaria y espesor de tocino dorsal, los tres que actualmente sirven como criterio de selección. El resultado de la valoración genética, así como el índice que predice el objetivo de selección, se incorporan automáticamente a los ficheros de los cuales el ganadero obtiene los listados que necesita en granja. El cálculo de la evaluación genética lo puede hacer el propio ganadero, si dispone de los recursos informáticos y técnicos necesarios para hacerlo, o bien se efectúa de forma centralizada en el ordenador del Área de Producción Animal, para lo cual se ha diseñado un procedimiento de intercambio de información vía telemática. La evaluación genética del número de nacidos vivos se realiza mediante un modelo de repetibilidad y de forma independiente a los otros dos caracteres de producción, los cuales se analizan según un modelo bivariado.

La necesidad de utilizar bases de datos históricas, para la estimación de los parámetros genéticos y obtener predicciones del valor genético de los animales, ha comportado algunos problemas en cuanto a la modelización de los caracteres a analizar. En general se han enfatizado las propiedades del BLUP como método óptimo para integrar un número elevado de observaciones, en detrimento de los aspectos relativos a la propia calidad de las mismas, lo que puede ser particularmente problemático cuando se utilizan datos históricos obtenidos en condiciones de campo. A continuación se comentan algunos de los problemas asociados a la estructura de las bases de datos y de las poblaciones que, hoy por hoy,

limitan en la práctica el aprovechamiento de toda la potencialidad que ofrece la metodología del modelo mixto.

En cuanto a la estructura de las bases de datos que manejamos, algunos de los problemas detectados son los siguientes: 1) ausencia de genealogía conocida, que en algunos casos puede llegar hasta el 35% de los animales; 2) registros incompletos (o erróneos) de ciertas variables explicativas, como la edad al parto, la camada de cría o la cuadra de engorde; 3) dificultad en ajustar de forma insesgada el peso a edad constante, o viceversa, a partir de los registros disponibles, pues los mejores animales tienden a controlarse antes; 4) registro selectivo de los datos más antiguos, en el que sólo se conocen las producciones de las hembras más longevas, que se corresponden con las que estaban en activo en el momento de construirse las bases de datos; y 5) preselección de los animales controlados para los caracteres de producción. En la base de datos histórica los lechones controlados proceden sólo de entre un 13-63% de las camadas, controlándose entre 3-4 lechones por camada. Un problema adicional que complica la obtención de criterios de selección insesgados es la naturaleza abierta de nuestros núcleos, por lo general basada en la importación periódica de animales procedentes de orígenes distintos no conectados genéticamente. La estructura de datos que se genera es poco eficiente para estimar las diferencias genéticas que pudieran existir entre ellos, aún asumiendo un modelo de grupos aditivo.

La estructura de los datos condiciona la proposición de modelos más acordes con la realidad observada, pero que requieren diseños más informativos. Aunque se han ensayado para describir la prolificidad diversos modelos con efectos maternos o multicarácter, tratando en este último caso los registros de cada parto como un carácter distinto, éstos no han resultado ventajosos en relación al modelo de repetibilidad. En parte ello puede explicarse por la estructura de datos disponible. Lo mismo sucede cuando se trata de estimar la relación existente entre la prolificidad y los caracteres de producción o la posibilidad de considerar varianzas heterogéneas entre los registros de prolificidad de las hembras del núcleo y los de las multiplicadoras o, para los caracteres de producción, entre sexos o edades. Un elemento importante es el desconocimiento en nuestras poblaciones de las (co)varianzas entre los caracteres de producción controlados en granja y los incluidos en el objetivo de selección, como por ejemplo el índice de conversión o el porcentaje de magro en la canal, lo que hace que el índice utilizado para seleccionar a los animales no sea en rigor más que una ponderación de los caracteres controlados. Finalmente, indicar que todos los problemas mencionados en relación a la estructura de los datos y su modelización cuestionan seriamente la estimación de tendencias genéticas mediante el modelo mixto, que es lo que en último término per-

mite evaluar el resultado de un programa de selección.

Algunos de los problemas asociados con carencias de información pueden solucionarse simplemente con un registro de datos en granja más eficiente, para lo cual la implementación de un sistema de información estándar, como el sistema GTEP-S, resulta suficiente. Sin embargo, para otros, la solución pasa por diseñar experimentos concretos o cambiar el protocolo de controles en granja, lo que puede ser inviable económicamente. En cualquier caso, es importante notar que la aplicación del BLUP y el desarrollo paralelo de sistemas de información han tenido un impacto positivo en la mejora del porcino en España, en tanto en cuanto han tenido al menos un mejor conocimiento de nuestros recursos genéticos y la aplicación de criterios de selección más objetivos.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 177-184

PROGRAMAS DE SELECCIÓN APLICADOS EN PECES

J. M. Alfonso López

Facultad de Veterinaria
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN

Se presenta una visión aplicada de la selección en peces considerando los principales objetivos de mejora para las especies más relevantes en acuicultura, sus problemas prácticos, las estimas de parámetros genéticos, así como los métodos de selección y sus resultados.

SUMMARY

It is shown an applicated version about the improvement through selection of farmed fish considering the main breeding objetives, their practical problems, the estimation of genetic parameters, as the selection methods and their results.

Introducción

Actualmente son cultivadas con fines comerciales diversas especies, tanto marinas como de agua dulce, de las que cinco son destacables por sus niveles de producción así como por el establecimiento de programas de mejora: la carpa común (*Cyprinus carpio L.*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón atlántico (*Salmo salar*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y el pez gato (*Ictalurus punctatus*).

La explotación de la diversidad mediante estaciones de cría y empresas productoras y de engorde de alevines presenta diferencias en sus propósitos, en sus esquemas de mejora y en sus sistemas de crianza, no sólo entre especies sino también dentro de especies. A pesar de lo cual pueden establecerse los siguientes caracteres de interés común: la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión del alimento, la resistencia a enfermedades, la tasa de supervivencia, la calidad de la carne, la edad a la madurez sexual, la tolerancia a la salinidad y la fecundidad. Sólo los tres primeros son los más estables en el tiempo y sentir común de la industria piscícola, siendo la calidad de la carne el menos estable tanto por la ambigüedad de su cuantificación como por los cambios en las preferencias de los consumidores.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es uno de los caracteres más relevantes en acuicultura, medida mediante el peso o la longitud a una determinada edad. Presenta unos coeficientes de variación considerables, con unas heredabilidades que habitualmente se caracterizan por la imprecisión de sus estimas (Tabla-I), lo que denota la falta de diseño

experimental. Además, muestra apreciable variación genética no aditiva (MOAV y WOHLFARTH, 1976; REFSTIE y STEINE, 1978; KIRPICHINIKOV *et al.*, 1993; HULATA, 1995).

El principal problema que plantea la selección para el peso es que los peces una vez nacidos no pueden ser marcados individualmente hasta que no alcanzan una cierta talla (sobre los 20 gramos), lo que implica que las familias han de ser conservadas en tanques separados hasta dicho estado. Es precisamente en el núcleo familiar donde se produce una asimetría positiva para el peso del cuerpo (NAKAMURA y KASAHARA, 1955; MOAV y WOHLFARTH, 1973; REFSTIE y GJEDREM, 1975; GUNNES, 1976; KNUTSSON y GRAV, 1976; DOYLE y TALBOT, 1986; GALL y HUANG, 1988), como consecuencia de factores sociales esencialmente ambientales (NAKANISHI y ONOZATO, 1987), y que puede magnificarse debido a la competición (MOAV y WOHLFARTH, 1974). A pesar de que la asimetría tiende a diluirse con el crecimiento (GALL y HUANG, 1988), su contribución persiste durante el desarrollo hasta el peso final (MOAV y WOHLFARTH, 1974; BRZESKI y DOYLE, 1995).

Entre los métodos de selección utilizados están la selección individual, la selección familiar, la selección intrafamiliar y la selección combinada. La selección individual (masal) es el método más ampliamente usado (Tabla-II), a pesar de presentar una respuesta por generación inferior a la familiar para heredabilidades bajas, y de que los individuos con mayor tasa de crecimiento (más agresivos) serán seleccionados cuando se realiza una selección distinta a la familiar (LÓPEZ-FANJÚL y TORO, 1990). Así, el experimento más sistemático que se ha realizado con la tasa de crecimiento ha sido el estudio de MOAV y WOHLFARTH (1976) en carpa común europea, donde después de seleccionar masalmente durante cinco generaciones

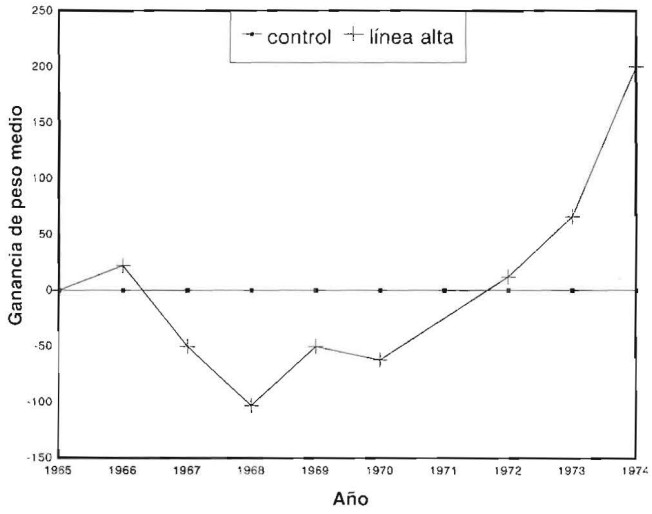


Figura 1. Ganancia de peso medio estandarizado en la línea alta de selección

TABLA I
ESTIMAS DE PARÁMETROS GENÉTICOS Y FENOTÍPICOS DEL PESO DEL CUERPO

ESPECIE Carácter	FUENTE Media	C.V.	h^2±E.T.	Autores
TRUCHA ARCO IRIS	Gjedrem (1992)			
120 días (g)	2,6	56	0,52±0.15	Gall y Huang (1988)
150 días (g)	13,6	30	0.09±0,10	Aulstad *et al.* (1972)
280 días (g)	–	33	0,29±0,20	Aulstad *et al.* (1972)
1 año (g)	154,0	23	0.20±0,12	Gall y Huang (1988)
2 años (k)	1,5	27	0,18±0,12	Gall y Huang (1988)
2,5 años (k)	2,4	30	0.21±0,10	Gjerde (1981)
4 años (k)	–	–	0.27±0,20	Mckay *et al.* (1986)
SALMÓN ATLÁNTICO	Kinghorn (1983a) con modificaciones			
190 días (g)	7,8	76	0.08	Refstie y Steine (1978)
12 meses (g)	616,0	29	0.30±0,06	Gjerde *et al.* (1994)
16 meses (k)	1,6	25	50.15±0,05	Gjerde *et al.* (1994)
24 meses (k)	3,4	30	0,10±0,05	Gjerde *et al.* (1994)
3,5 años (k)	5,7	25	0,44±0.11	Gjerde y Gjedrem (1983)
CARPA	Gjedrem (1983) con modificaciones			
Alevín	–	23	0,10±0,20	Kirpichnikov (1972)
4 meses	71,0	23	0,48	Nagy *et al.*(1980)
Ganancia-peso	–	–	0,3*	Moav y Wohlfarth (1976)
TILAPIA	Gjedrem (1983) con modificaciones			
90 días (g)	19,0	27	0,04±0,06	Tave y Smitherman (1980)
30 semanas-M**&H***	–	–	0.61&0.24	Velasco *et al.* (1995)
42 semanas-H (g)	116,0	32	–	Bondari (1980)
60 semanas-H (g)	363,0	21	–	Bondari (1980)
Desove	–	–	0,15±0,02	Ekna th *et al.* (1995)
PEZ GATO				
40 semanas (g)	179,4	45	0.1*	Bondari (1983)
450 días (g)	413,0	–	0.34±0.07*	Dunham y Smitherman (1983)

=Machos *=Hembras *=Realizada

sin éxito alguno (incluso obtienen depresión), deciden hacer selección familiar con notable respuesta a la selección (Figura-1).

Otro aspecto que se aprecia en los peces es el efecto de la domesticación sobre los valores fenotípicos. Así, en el experimento de DUNHAM y SMITHERMAN (1983) se observa un gradiente para el peso del cuerpo con el grado de domesticación, en tres stocks de pez gato (Río Grande=368 gr. con 2 generaciones-domesticación; Marion=413 gr. con 3-5 generaciones-domesticación; Kansas=459 gr. con 20 generaciones-domesticación). Similar tendencia es observada por JONASSON (1993) para el peso y la supervivencia entre stocks del año 88 de salmón atlántico en Islandia. En el peso, 11 gramos en domesticados desde 1960 frente a 7 gramos en salvajes. En la superviviencia, 77%

TABLA II
COMPARACIONES ENTRE EXPERIMENTOS DE SELECCIÓN

Proporción seleccionados	Generaciones selección	Método de selección	Respuesta al control (%)	Autores
10%	1	Masal	15	Dunham y Smitherman (1983)
19%	1	Fam + Int*	21	Bondari (1983)
30%	5	Masal	0	Moav y Wohlfarth (1976)
50%	2	Familiar	+200ue**	Moav y Wohlfarth (1976)
–	5	Masal	17,7 gr.	Sánchez *et al.* (1995)
5%	2	Masal	0	0Hulata *et al.* (1986)
10%	2	Masal	0	Hulata *et al.* (1986)
8%	1	Masal	0	Brzeski y Doyle (1995)
35%	2	Fam + Int	7	Schwark (1993)
46%	2	Fam + Int	27	Schwark (1993)
26%	1	Fam + Int	12	Schwark (1993)
49%	1	Fam + Int	8	Schwark (1993)

*= Familiar e Intrafamiliar **= unidades estándar

de supervivencia para domesticados desde 1960 frente a un 57% en salvajes.

Eficiencia de conversión del alimento

Es el carácter más importante ya que el pienso constituye la mayor parte del costo de producción en una empresa de engorde, debido al elevado precio del pienso por su alto contenido en proteínas de origen animal. Es difícil de cuantificar metodológicamente, al igual que de llevarlo a gran escala para incluirlo en un programa de mejora.

El único trabajo documentado se debe a KINGHORN (1983b) en trucha arco iris, que estima una heredabilidad de 0,03±0,10, una media de 1,2 y un coeficiente de variación del 8,3%. Así, su selección queda a expensas de la selección indirecta a través de la tasa de crecimiento (r_A=0,80±0,26).

Resistencia a enfermedades

Es un carácter complejo sobre el que se han realizado algunos trabajos con el fin de precisar su naturaleza genética para varios organismos patógenos, esencialmente *Aeromonas* (produce la forunculosis), *Vibrio anguillarum* (produce la vibriosis) y *Rhabdovirus carpio* (produce la hidropesía). Entre los caracteres de medición que se presuponen genéticamente correlacionados con la resistencia a enfermedades están; la mortalidad post-infección, la titulación de anticuerpos post-inmunización, la actividad hemolítica, la actividad de la lisozima, y los niveles de glucosa y cortisol en plasma post-estrés. En la tabla III se muestran algunas estimas de sus heredabilidades.

TABLA III
ESTIMAS DE HEREDABILIDADES

ESPECIE Carácter	Método	h2±E.T.	Autores	
SALMON ATLANTICO				
Mortalidad acumulada a la forunculosis		Infección	0,48±0,17	Gjedrem *et al.* (1991)
Mortalidad a los 7, 10 y 14 días a la forunculosis		Infección	0,32±0,06	Bailey *et al.* (1993)
Tasa de supervivencia a la vibriosis		Infección	0,11±0,06	Gjedrem y Aulstad (1974)
Cortisol a los 18-19 meses		Estrés de confinamiento	0,05±0,03	Fevolden *et al.* (1993)
Glucosa a los 18-19 meses		Estrés de confinamiento	0,03±0,11	Fevolden *et al.* (1993)
Actividad hemolítica		--	0,32±0,13	Roed *et al.* (1993)
CARPA				
Título de anticuerpos a 12 y 21 días		Inmunización antígeno *Aeromonas salmonicida*	0,37±0,36*	Wiegertjes *et al.* (1994)
TRUCHA ARCO IRIS				
Cortisol a 18-19 meses		Estrés de confinamiento	0,27±0,12	Fevolden *et al.* (1993)
Glucosa a los 18-19 meses		Estrés de confinamiento	0,07±0.04	Fevolden *et al.* (1993)
Actividad de la lisozima		--	0.27±0,12	Roed *et al.* (1993)

*= Realizada

Son escasos los experimentos de selección realizados. FEVOLDEN *et al.* (1992), valoraron las F2 de dos líneas de trucha arco iris que fueron seleccionadas mediante selección familiar para altos (H) y bajos (L) niveles de cortisol, previa producción de estrés mediante confinamiento (concentración de los peces en el tanque entre 30-120 minutos). Para ello, las F2 de ambas líneas fueron infectadas con *Aeromonas salmonicida* a la edad de 15 meses y con *Vibrio anguillarum* a la edad de 16 meses. Se encontraron mortalidades significativas entre líneas, siendo mayores en la H, 29% frente al 19% en la L, cuando se infectó con *Aeromonas salmonicida.* Lo contrario sucedió cuando se infectó con *Vibrio anguillarum* (63% en la L frente al 42% en la H). En la línea H, los pesos de los peces que murieron fueron inferiores a los que sobrevivieron a la forunculosis.

El experimento más largo ha sido realizado sobre tres estirpes de carpa (UR = Ukrainian-Ropsha, L = local de Krasnodar y R = Ropsha) por KIRPICHNIKOV *et al.* (1993), durante nueve generaciones de selección masal para supervivencia a los 2 años post-infección a la hidropesía. Encontraron diferencias en cuanto resistencia a la enfermedad entre las estirpes (mortalidad y síntomas de la enfermedad), donde la carpa UR fue la mejor. Además, compararon la supervivencia post-infección del cruce entre URxL (individuos de la 6ª y 7ª generación de selección, respectivamente) con controles, obteniendo unas supervivencias de aproximadamente el 90% frente a un 27% del control.

Tasa de supervivencia

Es otro carácter de naturaleza compleja, cuyas heredabilidades son pequeñas; un 5-20% para huevos de salmónidos con los ojos desarrollados (KANIS *et al.* 1976; JONASSON, 1993) y entre 1 y 14% para larvas también en salmónidos (KANIS *et al.* 1976). No se han realizado esfuerzos se selección en larvas debido al escaso valor de las mismas, la alta fecundidad de los peces y la diversidad de causas ambientales entre granjas y dentro de años.

Edad a la madurez sexual

Este es un carácter que tiene interés en especies donde la talla de comercialización es grande, como en los salmones, puesto que la madurez temprana merma la calidad de la carne y es menos demandada por el mercado. Por ejemplo, la diferencia de precio entre carnes de salmones maduros e inmaduros puede ser de 1,50 $ por libra de peso (O'FLYNN *et al.*, 1992). La heredabilidad para el porcentaje de inmaduros está entre 0,19-0,22 en el salmón atlántico, y las correlaciones genéticas de éste con el peso de la larva y la longitud de juveniles son de -0,06 y -0,17, respectivamente (O'FLYNN *et al.*, 1992). Así, poco esfuerzo se ha dedicado a la selección para la maduración tardía, por llevar a la vez a una más baja tasa de crecimiento. Las diferencias de pesos entre salmones maduros e inmaduros a 3'5, 4'5 y 5'5 años de edad está en 1, 2'7 y 6 kilos, respectivamente (GJERDE, 1984).

Otros caracteres

Entre otros caracteres están:

*) La fecundidad; al que se tiene poca consideración por las altas tasas reproductivas que presentan los peces. 1.000 huevos/kg de peso del cuerpo en salmónidos, 100.000 huevos/kg. en carpa común y Tilapia (GJEDREM, 1983), y 600.000 huevos/kg. en dorada.

*) Tolerancia a la salinidad: tiene alguna importancia en especies como tilapias, donde se están desarrollando animales de mejor palatabilidad y mejor permisividad a aguas salobres (J. Beardmore, comunicación personal).

*) La calidad de la canal; que no ha gozado de la importancia necesaria debido a su falta de definición.

Bibliografía

AULSTAD, D.., GJEDREM, T y SKJERVOLD, H. 1972. "Genetic and enviromental sources of variation in length and weight of rainbow trout (*Salmo gairdneri*)". *J.Fish Res.Board Can.*, 29:237-241.

BAILEY, J.K.., OLIVIER, G. y FRIARS, G.W. 1993. "Inheritance of Furunculosis Resistance in Atlantic Salmon". *Bull. Aquacul. Assoc. Canada*, 93(4):90-93.

BONDARI, K. 1980. "Cage performance and quality comparisons of tilapia and divergently selected channel catfish". *Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc.* Fish Wildl. Agencies, 34:88-98.

BONDARI, K. 1983. "Response to bidirectional selection for body weight in chanel catfish". *Aquaculture*, 33:73-81.

BRZESKI, V.J. y DOYLE, R.W. 1995."A test of an on-farm selection procedure for tilapia growth in Indonesia". *Aquaculture*, 137:219-230.

DOYLE, R.W. and TALBOT, A.J. 1986. ÷"Effective population size and selection in variable aquaculture stocks". *Aquaculture*, 57:27-35.

DUNHAM, R.A. y SMITHERMAN, R.O. 1983. "Response to selection and realized heritability for body weight in three strains of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, grown in in earthen ponds". *Aquaculture*, 33:89-96.

EKNATH, A.E.; REYES, R.A.; BOLIVAR, H.L.; DE-VERA, M.P.;DANTI G, J.C.; DIONISIO, E.E. y LONGALONG, F.M. 1995. "Genetic improvement of farmed tilapias: estimation of genetic variation and heritability for age and size at first spawnig in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)". *Aquaculture*, 137:279-280.

FEVOLDEN, S.E.; REFSTIE, T. y ROED, K.H. 1992."Disease resistance in rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) selected for stress response". *Aquaculture*, 104:19-29.

FEVOLDEN, S.E.; REFSTIE, T. y GJERDE, B. 1993. "Genetic and phenotipic parameters for cortisol and glucose stress response in Atlantic salmon and rainbow trout". *Aquaculture*, 118:205-216.

GALL, G.A.E. y HUANG, N. 1988. "Heritability and Selection Schemes for Rainbow Trout: Body Weight". *Aquaculture*, 73:43-56.

GJEDREM, T. y AULSTAD, D. 1974. "Selection experiments with salmon. I". Differences in resistance to vibrio disease of salmon parr (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 3:51-59.

GJEDREM, T. 1983. "Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish". *Aquaculture*, 33:51-72.

GJEDREM, T.; SALTE, R. y GJOEN, H.M. 1991. "Genetic variation in susceptibility of Atlantic salmon to furunculosis". *Aquaculture*, 91:1-6.

GJEDREM, T. 1992. "Breeding plans for rainbow trout". *Aquaculture*,100:73-83.

GJERDE, B. 1981. "Genetic variation in production traits of Atlantic salmon and rainbow trout". 32nd Annu.Meet.European Association for Animal Production". 31 August-3 September 1981, Zagreb, Yugoslavia, Paper IV-15,7pp.

GJERDE, B. y GJEDREM, T. 1983. "Estimates of phenotypic and genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout". *Aquaculture*, 36:97-110.

GJERDE, B. 1984. "Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon". *Aquaculture*, 38:229-240.

GJERDE, B.; SIMIANER, H. y REFSTIE, T. 1994. "Estimates of genetic and phenotypic parameters for body weight, growth rate and sexual maturity in Atlantic salmon". *Livestock Production Science*, 38:133-143.

GUNNES, K. 1976. "Efect of size grading young Atlantic salmon (*Salmo salar*) on subsequent growth". *Aquaculture*, 9:381-386.

HULATA, G.; WOHLFARTH, G.W. y HALEVY, A. 1986. "Mass Selection for Growth Rate in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)". *Aquaculture*, 57:177-184.

HULATA, G. 1995. "A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio L.*) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture*, 129:143-155.

JONASSON, J. 1993. "Selection experiments in salmon ranching. I ". Genetic and enviromental sources of variation in survival and growth in fresh water". *Aquaculture*, 109:225-236.

KANIS, E.; REFSTIE, T. y GJEDREM, T. 1976. "A genetic analysis of egg, alevin and fry mortality in salmon, sea trout and rainbow trout". *Aquaculture*, 8:259-268.

KINGHORN, B.P. 1983a. "A review of quantitative genetics in fish breeding". *Aquaculture*, 31:283- 304.

KINGHORH, B.P. 1983b. "Genetic variation in food conversion efficiency and growth in rainbow trout". *Aquaculture*, 32:141-155.

KIRPICHNIKOV, V.S. 1972. "Theory of fish selection. In: B.I. Cherfas (Editor), Genetics, selection and Hybridization of Fish. Academy of Sciences of the URRS". *Israel Program for Scientific Translations*, Jerusalem, 269.

KIRPICHNIKOV, V.S.; ILYASOV, J.I.; SHARI, L.A.; VIKHMAN, A.A.; GANCHENKO, M.V.; OSTASHEVSKY, A.L. SOMONOV, V.M.; TIKHONOV, G.F. y TJRIN, V.V. 1993. "Selection of Krasnodar common carp (*Cyprinus carpio L.*) for resistance to dropsy: principal results and prospects". *Aquaculture*, 111: 7-20.

KNUTSSON, S. y GRAV, T. 1976. "Sea water adaption in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) at different experimental temperatures and photoperiods". *Aquaculture*, 8:169-187.

LÓPEZ-FANJÚL, C. y TORO, M.A. 1990. "Mejora genética de peces y moluscos". *Ediciones Mundi-Prensa*.

MCKAY, L.R.; IHSSEN, P.E. y FRIARS, G.W. 1986. "Genetic parameters of growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, as a function of age and maturity". *Aquaculture*, 58:241-254.

MOAV, R. y WOHLFARTH, G. 1973." Carp breeding in Israel. In: Agricultural Genetics-Selected Topics". *Edited by R. Moav. J. Wiley*, New York.

MOAV, R. y WOHLFARTH, G. 1974. "Magnification through competition of genetc differences in yield capacity in carp". *Heredity*, 33:181-202.

MOAV, R. y WOHLFARTH, G. 1976. "Two-Way selection for growth rate in the common carp (*Cyprinus carpio L.*)". *Genetics*, 82:83-101.

NAGY, A.; CSANYI, V.; BAKOS, J. y HORVATH, L. 1980. "Development of a short-term laboratory system for the evaluation of carp growth in ponds". *Bamidgeh*, 32:6-15.

NAKAMURA, N. y KASAHARA, S. 1955." A study of the phenomenon of the tobi koi or shoot carp. I". On the earliest stage at which the shoot carp appears.*Bull.Jap.Soc.Sci.Fish.*; 21:73-76.

NAKANISHI, T. y ONOZATO, H. 1987. Variability in the growth of isogenic crucian carp *Carassius gibelio langsdorfii*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53:2099-2104.

O'FLYNN, G.; FRIARS, G.W.; BAILEY, J.K. y TERHUNE, J.M. 1992. "Development of a selection index to improve market value of cultured atlantic salmon (*Salmo salar*)". *Genome*, 35:304-310.

REFSTIE, T. y GJEDREM, T. 1975. "Hybrids between Salmonidae species". Hatchability and growth rate in the fresh water period. *Aquaculture*, 6:333-342.

REFSTIE, T. y STEINE, T.A. 1978. "Selection experiments with salmon. III". Genetic and enviromental sources of variation in length and weight of Atlanctic salmon in freshwater phase. *Aquaculture*, 14:221-234.

ROED, K.H.; FJALESTAD, K.; LARSEN, H.J. y MIDTHJEL, L. 1992. "Genetic variation in haemolytic activity in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*)". *Journal of Fish Biology*, 40:379-750.

ROED, K.H.; LARSEN, H.J.S.; LINDER, R.D. y REFSTIE, T. 1993. "Genetic variation in lysozyme activity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)". *Aquaculture*, 109:237-244.

SÁNCHEZ, T.; PONCE DE LEÓN, R.; AGUILAR, M.; VAZQUEZ, J. y MCANDREW, B. 1995. "Response to selection and heritability for weight in *Oreochromis aureusp* Steindachner after five generations of selection". *Aquaculture*, 137: 271-284.

SCHWARK, G.H. 1993. "Selection experiments for improving "pan-size" body weight of rainbow trout (*Oncorhychus mykiss*). *Aquaculture*, 112:13-24.

TAVE, D. y SMITHERMAN, R.O. 1980. "Predicted response to selection for early growth in *Tilapia nilotica*". *Trans.Am.Fish Soc.* 109:439-445.

VELASCO, R.R.; JANAGAP, C.C.; DE-VERA, M.P.; AFAN, L.B.; REYES, R.A. y EKNATH, A.E. 1995. "Genetic improvement of farmed tilapias: estimation of heritability of body and carcass traits of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)". *Aquaculture*, 137:280.

WIEGERTJES, G.F.; STET, R.J.M. y VAN MUISWINKEL, W.B. 1994. "Divergent selection for antibody production in common carp (*Cyprinus carpio L.*) using gynogenesis". *Animal Genetics*, 25:251-257.

COMUNICACIONES

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR EN POBLACIONES PORCINAS DE LAS RAZAS LANDRACE E IBÉRICO MEDIANTE MARCADORES RAPDs

C. Ovilo
C. Rodríguez
Área de Genética Animal
CIT-INIA. Madrid

El objetivo de este trabajo ha sido la búsqueda de marcadores RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNAs) específicos para dos poblaciones porcinas de las razas Landrace e Ibérico, que constituyen las poblaciones parentales de un cruce F2 diseñado para detectar marcadores de ADN ligados a genes relacionados con la calidad de la carne en porcino.

Las poblaciones utilizadas corresponden a las línias Guadyerbas de cerdo Ibérico (línea mantenida en pureza, de alta consanguinidad) y Nova Genética de Landrace. Estas poblaciones son fenotípicamente distintas en los caracteres de calidad (grasa intramuscular, composición de la grasa), por lo que la disponibilidad de marcadores polimórficos entre estas dos líneas permitirá la detección de marcadores y los caracteres en la F2, mediante el estudio de la cosegregación de estos marcadores y los caracteres en la F2.

El ADN se obtuvo a partir de muestras de sangre de 14 animales ibéricos y 44 animales Landrace; y se prepararon mezclas de ADN correspondientes a lotes de animales de la misma raza (compuestos por 4-6 individuos en los lotes de Ibérico y 11 individuos en los lotes Landrace).

Se analizaron 160 primers (Operon Technologies, Kits A, H, F, R, E, Z, W) de 10 pares de bases, secuencia aleatoria y contenido G+C de 60 a 70 %. Cada primer se probó mediante la amplificación de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) de mezclas de ADN representativas de las dos razas parentales, y, posteriormente, se realizó el análisis individual de aquellos que presentaron polimorfismos a nivel de grupo, para poder determinar la frecuencia de los patrones específicos de cada raza.

De los 160 primers probados 148 amplificaron productos de PCR con tamaños entre 0,3 y 2,5 Kb. Un total de 21 primers se analizaron individualmente por presentar bandas exclusivas de una determinada raza y, de estos, seis primers amplificaron marcadores presentes en un porcentaje significativo de la población.

Los primers OPF-06 y OPW-04 amplificaron marcadores específicos de Ibérico presentes en el 100% de la población y ausentes en la población Landrace, con tamaños de 950 y 1800 pb respectivamente.

Los primers OPA-10, OPH-01, OPT-14 y OPW-02 produjeron marcadores Landrace con una frecuencia en la población del 90%, 100%, 70% y 75%, y tamaños de 700, 1.900, 550 y 1.000 pb respectivamente.

UTILIZACIÓN DE RAPD PARA LA DETECCIÓN DE MARCADORES DEL CROMOSOMA Y EN CERDOS

C. Castellanos
C. Barragán
M.C. Rodríguez

Área del Mejora Genética Animal
CIT-INIA Madrid

El presente trabajo analiza los resultados del uso de la técnica PCR-RAPD (Ramdom Amplified Polymorphic DNA) para la obtención de marcadores de cromosoma Y.

Como material biológico para la detección de secuencias específicas de este cromosoma en cerdos, se ha utilizado DNA procedente de muestras de sangre de quince poblaciones, cuatro de Duroc y once de Ibérico. Se ha muestreado un total de 127 animales, 69 machos y 58 hembras. Estos individuos fueron agrupados en lotes de 4 a 9 animales de cada población y sexo para realizar un primer análisis en grupos ("bulked analysis").

Se han ensayado ochenta cebadores pertenecientes a los kits A, C, F y H de OPERON. Cuatro de estos cebadores (OPF.07, OPF.20, OPH.08 y OPH.18) produjeron fragmentos que se detectaban en todos los grupos de machos y no en los de hembras. Para asegurar que la ausencia de estos fragmentos específicos en las hembras no se debía a fallos en la PCR, se han utilizados las bandas no específicas del sexo, no habiéndose detectado en ningún caso falsos positivos o falsos negativos.

Los resultados del análisis en grupo fueron corroborados en ensayos realizados con muestras individuales de 33 machos, elegidos al azar entre todas las poblaciones disponibles. Los pesos moleculares de estos fragmentos específicos del cromosoma Y del cerdo son: 3100bp (OPF.07), 2450 bp (OPF.20), 1700bp (OPH.08) y 2850 bp (OPF. 18).

Secuencias de los cebadores

OPF. 07: 5`-CCGATATCCC-3`

OPF. 20: 5`-GGTCTAGAGG-3`

OPH. 08: 5`-GAAACACCCC-3`

OPH. 18: 5`-GAATCGGCCA-3`

ITEA (1996). Vol. 92A N.º 3, 189-190

LÍNEAS DE MEJORA Y CONSERVACIÓN GENÉTICA EN LA UNIDAD DE VETERINARIA DEL DEPARTAMENTO DE GENÉTICA DE LA UCO

A. Rodero
A. Molina
J. Delgado
M. Valera
C. Barba
M. Fresno
F. Barajas
J. Jiménez

Unidad de Veterinaria
Departamento de Genética
Universidad de Córdoba.
Avda. Medina Azahara, 9
14005 Córdoba

La Unidad de Veterinaria del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba aporta en la actualidad investigación y desarrollo en la Mejora Genética Animal de distintas razas.

Esta unidad cuenta con dos grandes grupos de trabajo, uno especializado en Genética Molecular y una segunda línea de Mejora y Conservación de Recursos Genéticos animales. En esta última línea de trabajo hemos de apuntar los siguientes proyectos en curso:

En el campo estricto de la Mejora Genética contamos con la responsabilidad de la dirección técnica del Esquema de Selección del bovino Retinto, el cual se encuentra actualmente en fase muy avanzada de su desarrollo.

Así mismo en el ganado caprino canario nuestra colaboración con la Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes del ICIA, nos está permitiendo desarrollar su esquema de selección. En esta fase y con la financiación ofrecida por dos proyectos INIA se ha conseguido definir morfológica, productiva y genéticamente la raza, estructurar y optimizar la recogida y flujo de información, desarrollar la normativa del Libro Genelógico y el calculo de parámetros genéticos y por último la valoración genética de reproductores.

En el ganado equino intervenimos en la gestión genética de la estirpe cartujana del P.R.E., una de las más destacadas por su genuinidad y representatividad dentro de la raza. Nuestra participación se ha centrado en la evaluación de la importancia de algunos sementales en las sucesivas generaciones, la evaluación de los niveles de endogamia individual y poblacionales y el diseño de un esquema interno de acoplamientos en

la búsqueda de una mejora genética. Este trabajo específico nos ha dotado de una buena base teórica y aplicativa para diseñar un proyecto de esquema de selección global en el que se trabaja en la actualidad.

En los esquemas de selección de las razas caninas autóctonas: Podenco Andaluz y Perro de Aguas Español, con la financiación que nos ofrece sendos convenios firmados con las respectivas asociaciones de criadores se ha planteado un programa de mejora en 3 fases: En la 1° se trabaja en la definición de objetivos y criterios de selección basados fundamentalemente en la morfología, comportamiento e índices funcionales compuestos. En la 2° fase se pretende evaluar los parámetros genéticos de los criterios elegidos, así como su importancia económica. En la 3° y última fase se optimiza la recogida y flujo de información y se realizará la evaluación de reproductores por el modelo animal.

Recientemente hemos diseñado un proyecto de actuación para el desarrollo del programa de mejora en el Merino autóctono español planteado en 4 fases en el que se pasa de un esquema de evaluación intrarebaño a la conexión de ganaderías a través de estaciones de testaje para terminar con un esquema moderno basado en la utilización de sementales de referencia.

Por último, hemos de destacar nuestra aportación en la conservación de recursos genéticos animales, donde nuestro equipo ha destacado por sus logros en la propia autonomía andaluza ,así como por su papel en la coordinación nacional y relaciones internacionales con otras instituciones y equipos de trabajo en esta materia.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 191-192

ORGANIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS ANIMALES

A. Rodero
J.V. Delgado
A. Molina
E. Rodero
M.E. Camacho
M. Valera

Unidad de Veterinaria
Departamento de Genética
Universidad de Córdoba
Avda. Medina Azahara, 9
14005 Córdoba

Nuestro equipo ha demostrado una gran actividad en la conservación de recursos genéticos animales en la región andaluza. Esta experiencia unida nuestra interación con otros grupos conservacionistas españoles, nos ha permitido ser en muchos casos pioneros en diversos aspectos relacionados con la investigación y desarrollo en la conservación de razas minoritarias.

Un estudio realizado por nuestro equipo entre los años 1986-1989 nos permitió evaluar la situación de la conservación genética de las razas andaluzas, observando aspectos estritamente genéticos como son el tamaño efectivo de la población, el número de líneas existentes, los niveles de consanguinidad y cruzamiento, etc., como otros aspectos no genéticos de amplia repercusión en la conservación como es el caso de aspectos zootécnicos, sociológicos, ecológicos históricos, etc. Con base a esta información se promulgaron los decretos que esta comunidad autónoma emitió para la conservación de sus recursos, Decretos que fueron pioneros en nuestro país y precedieron a la normativa europea y nacional que se promulgó varios años más tarde.

Esta información fue ampliamente divulgada a nivel nacional e internacional, quedando integrada en las correspondientes bases de datos de la Sociedad Española para la Conservación de Recursos Genéticos Animales (SERGA), el de la Federación Europea de Zootécnia en Hannover y el Food and Agricultural Organization en Roma. Las relaciones internacionales de nuestro grupo se plasmaron con la organización en 1992 del Word Meeting on Domestic Animal Breds Related to the Discovery of America.

Así mismo hemos aumentado nuestra actividad en aspectos organizativos nacionales, haciéndonos cargo de la presidencia y secretaría del SERGA, sociedad de máxima responsabilidad en España en aspectos conservacionistas, donde se integran la mayoría de los grupos que desarrollan una actividad en este sentido. Esta sociedad se encuentra englobada en el Rare Breed Internactional, coordinadora internacional de organizaciones de este tipo, siendo en la actualidad

como National Focal Point en el Programa Global de la FAO para la Conservación de Recursos Genéticos Animales.

En la actualidad nuestra actividad investigadora se centra en tres aspectos:

• La caracterización morfológica, genética inmunológica, bioquímica y molecular y productiva de las razas andaluzas.

• La creación de reservas de germoplasma de las razas amenazadas.

• La creación de una base de datos compatible con el programa Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) de la FAO.

Para el desarrollo de estos tres aspectos contamos con fondos de un convenio de la comunidad autónoma y de un proyecto europeo.

ITEA (1996). Vol. 92A N.º 3, 193-194

PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DEL VACUNO DE CARNE DE RAZA RETINTA

A. Rodero*
A. Molina*
J.M. Jimenez**
F. Álvarez***
F. Delgado***
J.V. Delgado*
M. Valera*
F. Salado**
L.J. García****
M. Espejo****
J.M. Pastor*
N. Tapia*
E. Berlanga *
P. Muñoz *
C. Delgado*

* Departamento de Genética
Facultad de Veterinaria
Universidad de Córdoba

** Centro Experimental Agrícola y Ganadero
Excma. Diputación de Cádiz

*** Asociación Nacional de Criadores de
Vacuno Selecto de Raza Retinta

**** SIA de Badajoz

La producción de carne bajo condiciones ecológicas y naturales exige de la utilización de razas autóctonas de gran rusticidad y fuerte adaptación al medio. Esta vuelta a los sistemas tradicionales está dando un protagonismo a las razas españolas de fuerte implantación en los distintos ecosistemas propios. En este aspecto destaca la raza Retinta como máximo exponente de la explotación de la dehesa. En el Sudoeste español las aportaciones de esta raza son altamente significativas, tanto desde el punto de vista estrictamente económico como desde su repercusión social, por la explotación de zonas marginales y ecológico con el mantenimiento del equilibrio y la rentabilización de la dehesa. Hoy en día es posible contar en los mercados con productos procedentes de esta raza perfectamente definidos por su origen y calidad.

Desde la década de los 80 este departamento está involucrado en la mejora de esta raza gracias a los diversos convenios con la Diputación de Cádiz en los que se abordó el plan de mejora de nueve explotaciones de Retinto de esta provincia. Posteriormente,

junto a especialistas del SIA de Extremadura, se elaboró el Esquema de Selección de esta raza que fue aprobado por el MAPA en 1992, estando la dirección técnica y la ejecución práctica del Esquema a cargo de nuestro Departamento

Hasta la campaña de 1995 se ha controlado 3.333 terneros pertenecientes a 1.840 vacas, obteniéndose 8.159 pesadas, de las cuales 2.012 son pesos al nacimiento y 2.555 al destete, correspondiendo el resto a pesadas intermedias. Estos datos productivos han permitido la valoración de las reproductoras mediante un índice de vaca, y de 78 sementales mediante BLUP.

En la campaña de 1996 se encuentran inscritas 36 ganaderías con un total de 2.332 vacas, que representan un 20% del total de las ganaderías recogidas en el Libro Genealógico y el 17 % del censo total de hembras reproductoras. Desde el punto de vista de la investigación llevada a cabo para la aplicación al plan de mejora se han abordado muy diversos aspectos: la optimización de la recogida de información y del sistema de tipificación, el flujo genético, la tasa de consanguinidad, la tasa de la translocación 1/29, parámetros genéticos de las principales variables productivas y reproductivas (peso al nacimiento, a los 120 días y al destete, ganancia media diaria a los 120 días y destete, edad al 1° paro, período medio entre partos, duración de la gestación), etc.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 195-196

ESTUDIO GENÉTICO Y PLAN DE MEJORA DE LA ESTIRPE CARTUJANA DEL CABALLO DE PURA RAZA ESPAÑOLA (P.R.E.)

M. Valera*
A. Molina*
A. Rodero*
J.L. Vega**
P.P. Rodríguez**
P. Galán**

* Dpto. Genética. Facultad de Veterinaria
Universidad de Córdoba

** Laboratorio de Grupos Sanguíneos
Servicio de Cría Caballar del Estado

La estirpe de caballos cartujanos ha sido considerada, desde el siglo XV, como la línea más "pura" de caballos de P.R.E. (Pura Raza Española), representando en la actualidad el caudal genético más genuino de ésta raza. Todo ello, unido a la enorme influencia que esta estirpe ha mantenido a lo largo del último siglo en la población de P.R.E., hace de enorme interés su caracterización genética mediante diferentes estudios:

1. Análisis del sistema de endocria utilizado por las ganaderías herederas de esta estirpe, con la finalidad de mantener la máxima representatividad del puzzle genético de los ancestros fundadores de la raza.

El coeficiente de consanguinidad de Wrigth, obtenido tras el análisis de los pedigríes completos de todos los animales cartujanos que integran el Stud-Book, ha sido del 11,7 %, niveles ligeramente superiores que los obtenidos mediante las heterocigosidades del 10 sistemas de polimórfismos sanguíneos y 7 sistemas de grupos sanguíneos, en los que la F calculada fue un 6,35%.

2. Cálculo del Índice de Conservación Genético (G.C.I.) con el objetivo de medir el grado de conservación de fundadores en la Estirpe Cartujana. Se ha estimado que la población actual mantiene un G.C.I. entre 2 y 4, es decir, el 6,25 y el 25 % de la variabilidad genética de la población viene representado por los 46 sementales que han intervenido con mayor incidencia a lo largo de la historia de las ganaderías cartujanas.

3. Tras el análisis del grado de influencia de los sementales emblemáticos dentro de la estirpe (Pi), se ha obtenido un nivel medio del 5-6 % para cada uno de los grupos de sementales estudiados en función del año de nacimiento.

4. Caracterización zoométrica de la población Cartujana. Donde los coeficientes de variación obtenidos han puesto de manifiesto que nos encontramos con unos caracteres extraordinariamente fijados, ya que presentan una bajisima variabilidad, siendo el coeficiente de variación total del 2,976 %.

5. Mediante el análisis de 17 polimorfismos, en dos muestras de 100 animales correspondientes a la población de P.R.E. y a la estirpe cartujana, se ha determinado una distancia genética de Nei de 0,05386736±0,02273345 entre ambas poblaciones.

6. Por último se ha determinado el nivel de influencia genética que la Estirpe Cartujana ha mantenido a lo largo del último siglo en la población de caballos P.R.E. inscrita en el libro de registro. La búsqueda por parte de los ganaderos, de caballos de P.R.E. con un alto porcentaje de sangre Cartujana, ha propiciado que cerca del 70% de la población equina se encuentre emparentada con antecesores cartujanos, por lo que las previsiones futuras son bastante halagüeñas en cuanto a la conservación del patrimonio genético de la Estirpe Cartujana de caballos de P.R.E.

ITEA (1996), Vol. 92A N.° 3, 197-198

MEJORA GENÉTICA DEL PODENCO ANDALUZ Y DEL PERRO DE AGUA ESPAÑOL

C. Barba
J. Delgado
A. Molina
M. Valera
A. Rodero
M. Lobo
P. Caballero

Unidad de Veterinaria
Departamento de Genética
Universidad de Córdoba
Adv. Medina Azahara, 9
14.005. Córdoba.

La modelización de la mejora genética canina entraña una gran dificultad debido a la estructura de sus poblaciones y a la diversidad de formas y funciones dentro de la especie. Esta problemática es aún más patente en las razas autóctonas españolas.

Esta metodología la estamos desarrollando en las razas Podenco Andaluz y el Perro de Agua Español, en colaboración con el *Club Nacional del Podenco Andaluz y la Asociación de Criadores para el Fomento y Selección del Perro de Agua Español,* respectivamente, en el marco de sendos convenios de colaboración.

Considerando los distintos aspectos de un modelo general de mejora, en esta comunicación partimos de la descripción de las estructuras caninas involucradas en el proceso, siguiendo con la definición de las características a mejorar y sus parámetros genéticos, para terminar con la exposición de la metodología selectiva (variables controladas, flujo de información, corrección de efectos no genéticos, valoración genética de los reproductores y esquema de selección). Nuestros objetivos son:

1° Definir los criterios de la selección de acuerdo con la aptitud funcional de la raza Podenco Andaluz y el Perro de Agua Español.

2° Estructurar la medición de los caracteres elegidos como objetivos de selección, optimizar el flujo de información y la metodología de análisis con propositos genéticos.

3° Evaluar la influencia de diversos factores no genéticos y desarrollar la metodología adecuada para su corrección a través de coeficientes o con su inclusión en los modelos de análisis como efectos fijos.

4° Calcular los parámetros genéticos y los coeficientes de ponderación económica de los criterios de selección.

5° Desarrollar la metodología para la evaluación genética de los candidatos a reproductores a través de los adecuados

índices de selección y posteriormente la aplicación del Modelo Animal (BLUP).

6° Integrar todo lo expuesto en los puntos anteriores en un esquema de selección diseñado para su aplicación sistemática por parte del Club Nacional del Podenco Andaluz y la Asociación de Criadores del Perro de Agua, con el constante apoyo técnico de la parte investigadora de este convenio.

7° Coordinar el desarrollo paralelo de esquema de selección y libro genealógico de ambas razas.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 199-200

PLAN DE MEJORA GENÉTICA DEL MERINO AUTÓCTONO ESPAÑOL

J.V. Delgado.*
A. Molina*
F. Barajas**
A. Rodero*
C. Esteban**
M. Valera*

* Departamento de Genética
Facultad de Veterinaria
Universidad de Córdoba

**Asociación Nacional de Criadores
de la Raza Merina

Las dificultades técnicas que padece el Merino Español en cuanto a control genealógico y control funcional dificultan sobremanera el desarrollo de un Plan de Mejora Genética convencional para el ovino de aptitud cárnica. Estas circunstancias centradas sobre la dispersión de los rebaños, los sistemas de explotación y de producción, la magnitud de los rebaños, entre otras causas, convierte en una quimera la realización de un Plan de Mejora Genética Global.

Recientemente nuestro equipo ha sido comisionado para la coordinación genética del Esquema de Selección de la Raza Merina Española. Para ello y objetivizando la realidad del sustrato de la mejora hemos propuesto un plan piramidal que parte de un núcleo selectivo conformado por 15 ganaderías de élite donde se desarrollarán todos los procesos selectivos a manera de núcleo cerrado. El progreso obtenido en este nivel se irradiará hacia un segundo segmento formado por las ganaderías inscritas en el Libro pero no incluidas en el esquema, así como al resto de la población fuera del libro que hemos considerado como "merinizable", entendiendo en este concepto a explotaciones integradas por animales con posibilidades de acceso al libro a través del registro auxiliar.

Para conseguir transformar las estructuras de esta raza hasta acercarlas a un programa ideal que utilice los adelantos metodológicos y tecnológicos de los que hoy se dispone de manera exhaustiva, hemos planteado cuatro fases de desarrollo. La primera, aplicándose en la actualidad, está basada en un esquema intra-rebaño apoyado en la valoración fenotípica de la descendencia.

Las primeras modificaciones acontecerán en la segunda fase, donde se mantendrá el esquema intra-rebaño por la imposibilidad de conexión, pero introduciendo un índice de ovejas para la valoración de hembras así como un BLUP modelo macho para la valoración de reproductores en cada generación. En la tercera fase se pasará a un esquema inter-rebaño con conexión de los mismos a través del uso de estaciones de testaje. En éstas se compararán de forma

directa los animales más destacados de cada rebaño evaluados en el esquema intra-rebaño de la fase anterior y de forma indirecta a los machos que no se desplazaron a la estación de testaje. Así mismo se mantendrá la valoración intra-rebaño de las hembras mediante el índice de ovejas y se aplicará a un BLUP modelo macho para la valoración de los sementales. Por último, en la cuarta fase, cuando se haya conseguido ampliar el núcleo de selección, se disponga de forma masiva de las técnicas de inseminación artificial y de los adecuados depósitos de machos de referencia, se realizará un esquema de campo inter-rebaño basado en la conexión de las ganaderías mediante la utilización de machos de referencia.

Durante todo el proceso se aplicará la mejora desde una doble óptica, por un lado lo referente a las características maternales de la oveja y por otro lado en la capacidad de crecimiento de ambos sexos.

ITEA (1996), Vol. 92A N.º 3, 201-202

OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MEJORA DE LA AGRUPACIÓN CAPRINA CANARIA (A.C.C.)

M. Fresno*
J.F. Capote*
N. Darmanin*
S. Mayans**
A. Molina***
J.V. Delgado***
M.E. Camacho***
M. Valera***

*Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes (ICIA)

**Servicio de Desarrollo Ganadero Cabildo de Tenerife.

***Departamento de Genética Facultad de Veterinaria (UCO).

Una vez finalizada la primera etapa del plan de Mejora de la Agrupación Caprina canaria, consistente en la organización del sustrato de la mejora: caracterización racial, libro genealógico y optimización de las asociaciones y núcleos de control, hemos pasado a una segunda fase en la que se definen los criterios y objetivos de selección bajo un modelo general de caprino lechero con las matizaciones específicas producidas por las peculiaridades de esta raza. En esta fase, que al igual que la primera, ha sido financiada por un proyecto del INIA, se evalúan los parámetros genéticos de distintas características con repercusión en la productividad de este ganado, así como la importancia económica ponderal de los mismos.

En la fase actual, tras comenzar con un proyecto de plan masivo y generalizado, y debido a las extraordinarias dificultades encontradas, tanto para la génesis y flujo de información productiva, como para la disposición de información genealógica fiable, hemos tenido que replantearnos el proyecto hacia un esquema en núcleo cerrado. En éste, partiendo de una infraestructura consistente en 10 explotaciones de élite con 900 cabras bajo riguroso control, que asumen las directrices y condicionantes exigidos para la disposición de una información fiable, comenzamos a desarrollar los diseños adecuados para el cálculo restringido de parámetros genéticos utilizando la metodología REML así como para esbozar la evaluación de reproductores por un modelo macho utilizando la conexión de los rebaños con el uso de sementales, en monta natural, pertenecientes a la Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes.

Las variables, actualmente en estudio, son la producción total de leche, producción total de grasa y producción total de proteínas a los 210 días, porcentaje graso y porcentaje proteico, puntuación morfológica

global a los 14 meses de edad y puntuación de la ubre al primer parto.

De estas variables, en base a la información genética y económica que se disponga de ellas, serán elegidos los objetivos de selección que se considerarán en el desarrollo del esquema de selección. Estos objetivos se tendrán en cuenta tanto en la evaluación inter-rebaño de los machos a través del BLUP, como de la evaluación de las hembras a través de un BLUP individual multicarácter (índice de cabras).

PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DE LOS OVINOS PRECOCES

M. Espejo*
M. Izquierdo*
D. Albardonedo**

* SIA, Junta de Extremadura
Apartado 22, 06080- Badajoz

** AECOP. Castelló, 45
28001-Madrid

El esquema de selección de ovinos precoces incluye varias razas de actitud cárnica como son Ile de Fance, Merino Precoz, Berrinchon, Fleisschaf, Landschaf y últimamente se ha incorporado el único rebaño de Charmoir. Los controles de campo se empezaron en 1993 y actualmente se dispone de una base de datos desde 1993 a 1996. De cada raza se controlan datos de paridera, como fecha de nacimiento, sexo del cordero, modo de nacimiento y el peso al nacimiento, que es voluntario. Además se controla la identificación de la madre y del padre y se pesan al menos dos veces, una antes de los 30 días de edad y otra entre los 30 y 70 días. Los pesos se tipifican a 30 y 70 días y se calculan las ganancias medias diarias entre 0 y 30 días y 30 y 70 días.

Los principales problemas que existen a la hora de evaluar genéticamente los animales es la desconexión entre los rebaños, ya que aunque se están realizando inseminaciones artificiales en las ganaderías inscritas al esquema de selección, hay que usar bastantes machos y todavía es pronto para poder realizar evaluaciones genéticas comparando ganaderías. Este año se han evaluado las conexiones y se va a realizar una evaluación intre-rebaño para cada raza. Se aconsejará una pauta más severa de conexión, para poder realizar el año que viene una evaluación global.

El programa de selección aprobado oficialmente en diciembre de 1992 preveía la realización de pruebas de descendencia en estación de testaje. El objetivo de esta prueba es determinar las características cárnicas de animales que ya han sido seleccionados por sus características de crecimiento (pesos a 30 y 70 días de edad).

Entre el 20 de octubre de 1994 y el 20 de junio de 1995, la primera prueba en la que se testaron 8 machos Merino Precoz, 5 machos Ile de France, 2 machos Berrinchon y 2 machos Fleisschaf. Durante la cubrición se tuvieron esatabulados cada macho con 20 ovejas merinas (excepto los Merino Precoz que se tuvieron con hembras de igual raza). Se controlaron los crecimientos de los corderos en cebadero hasta el sacrificio que se realizó cuando los machos alcanzaron los 23 kg y las hembras los 21 kg. Sobre las canales se determinaron el rendimiento, el estado de engrasamiento y la conformación según las normas de la UE. Con los resultados de las producciones de la descendencia se calculó para cada carnero un índice de crecimiento, un índice de calidad de la canal y un índice conjunto. Se observaron diferencias significativas en las características cárnicas de los machos testados.

SECUENCIAS MICROSATÉLITES DEL CROMOSOMA 6 Y PRODUCCIÓN LÁCTEA OVINA

C. Díez
Y. Bayón
F. San Primitivo

Departamento de Producción Animal I
Universidad de León

Las secuencias microsatélites se han convertido en los marcadores de elección para la detección de QTLs (Quantitative Trait Loci), debido a que son altamente polimórficas, se encuentran ampliamente distribuídas por todo el genoma y su análisis es sencillo mediante técnicas de PCR.

El estudio planteado tiene como objetivo final la localización de QTLs relacionados con la producción láctea en la especie ovina, mediante la aplicación del "diseño hija", utilizando como marcadores los microsatélites identificados en el cromosoma 6. Este diseño permite detectar la presencia de un QTL ligado a un marcador, mediante el análisis de la segregación de este último en la progenie de un semental heterocigótico. La población en estudio pertenece al esquema de selección de la raza Churra. Dentro de ella, hemos elegido las familias correspondientes a los 10 sementales con mayor número de hijas.

Tras el aislamiento del DNA, tanto de los 10 sementales (a partir de semen congelado) como de sus hijas (a partir de sangre), se han realizado amplificaciones mediante PCR de los microsatélites del cromosoma 6 utilizando "primers" específicos. Para el análisis de los genotipos se han utilizado dos métodos diferentes. En el primero, la reacción de PCR incorpora un nucleótido marcado radiactivamente con ^{35}S. Los distintos alelos se separan mediante electroforesis en gel de secuenciación, y la lectura de los mismos se realiza sobre películas de autorradiografía. El segundo método utiliza un "primer" marcado no radiactivamente, llevándose a cabo la electroforesis así como la lectura de los genotipos mediante un analizador automático de fragmentos de DNA. Hasta el momento se ha determinado la dotación alélica de las hijas de 6 sementales para 6 de los microsatélites, excluyéndose del estudio las hembras en las que se ha detectado un error en la asignación de la paternidad. Para cada microsatélite se han desechado asimismo las hijas que han resultado no informativas. El marcador BM415 ha sido eliminado del estudio debido a la detección de alelos silentes. Se han realizado análisis estadísticos (SAS Modelo Mixto) para dos de los microsatélites (BM143 y BM4621) y el carácter "valor genético para producción láctea", sin que hasta el momento haya sido detectada ninguna relación significativa.

Estudio financiado por la C.I.C.y T. (Proyecto AGF93-0273).

ESTUDIO SOBRE EL PROMOTOR DEL GEN DE LA β-CASEÍNA OVINA

M.M. Marqués
C. Caelles*
A. Muñoz*
F. San Primitivo

Dpto. Producción Animal I
Universidad de León

*Instituto de Investigaciones Biomédicas

La regulación de la expresión de un gen puede tener lugar a múltiples niveles, modificando la tasa de transcripción, controlando el procesamiento o el transporte de los mRNAs así como su estabilidad o la de las proteínas que codifican, o produciendo modificaciones post-traduccionales. Sin duda, la regulación más importante, afecta a la velocidad del proceso de transcripción, consecuencia de una serie de complejas interacciones entre la región promotora del gen y los factores de transcripción que se unen a ella.

Los genes de las caseínas constituyen un ejemplo de grupo de genes cuya expresión se encuentra modulada a nivel transcripcional. Con objeto de iniciar la caracterización del promotor del gen de la β-caseína ovina, se aisló DNA a partir de semen de un semental mejorante de raza Churra. Mediante combinación de amplificaciones por PCR y digestiones con enzimas de restricción, se obtuvieron cuatro fragmentos de DNA que cubren 3.500 nucleótidos de la región promotora. Dichos fragmentos fueron clonados en el vector de expresión pBLCAT3, confirmándose los clones positivos mediante mapas de restricción y secuenciación. Se empleó la línea celular HC11 de epitelio de mama de ratón, utilizando como medio de cultivo RPMI 1640, suplementado con suero fetal bovino, insulina bovina, gentamicina y glutamina. Las células HC11 fueron trasfectadas con dos de las construcciones promotor-CAT (de 2,5 y 3,5 kb respectivamente), y con el plásmido pBABEpuro, mediante la técnica de formación de precipitados con fosfato cálcico. Tras la selección con puromicina, se obtuvieron células establemente transfectadas. En ellas se analizó la inducción hormonal (prolactina, dexametasona, insulina) del promotor mediante ensayos de transactivación estudiando la expresión del gen CAT.

Los resultados obtenidos indican que los dos fragmentos probados del promotor son capaces de iniciar la transcripción del gen del CAT en respuesta al tratamiento con hormonas lactogénicas, y que, en consecuencia, son funcionalmente activos. Este es el primer paso de una serie de ensayos dirigidos a caracterizar el promotor del gen de la β-caseína ovina, identificando la región mínima funcionalmente activa, así como los sitios de unión de los principales factores reguladores. Posteriormente, podrá abordarse la búsqueda de mutaciones puntuales responsables de variaciones en los niveles de expresión, así como otros aspectos de la regulación de este importante gen.

Este estudio ha sido financiado por la C.I.C.y T. (Proyecto AGF93-0273).

ÍNDICE
COMUNICACIONES

Página

C. OVILO, C. RODRÍGUEZ.- Caracterización molecular en poblaciones porcinas de las razas landrace e ibérico mediante marcadores RAPDs 187

C. CASTELLANOS, C. BARRAGÁN, M.C. RODRÍGUEZ.- Utilización de RAPD para la detección de marcadores del cromosoma y en cerdos 188

A. RODERO, A. MOLINA, J. DELGADO, M. VALERA, C. BARBA, M. FRESNO, F. BARAJAS, J. JIMÉNEZ.- Líneas de mejora y conservación genética en la unidad de veterinaria del Departamento de Genética de la UCO 189

A. RODERO, J.V. DELGADO, A. MOLINA, E. RODERO, M.E. CAMACHO, M. VALERA.- Organización de la gestión de recursos genéticos animales 191

A. RODERO, A. MOLINA, J.M. JIMENEZ, F. ÁLVAREZ, F. DELGADO, J.V. DELGADO, M. VALERA, F. SALADO, L.J. GARCÍA, M. ESPEJO, J.M. PASTOR, N. TAPIA, E. BERLANGA, P. MUÑOZ, C. DELGADO.- Programa de mejora genética del vacuno del carne de raza Retinta 193

M. VALERA, A. MOLINA, A. RODERO, J.L. VEGA, P.P. RODRÍGUEZ, P. GALÁN.- Estudio genético y plan de mejora de la estirpe cartujana del caballo de pura raza española (P.R.E.) 195

C. BARBA, J. DELGADO, A. MOLINA, M. VALERA, A. RODERO, M. LOBO, P. CABALLERO.- Mejora genética del podenco andaluz y del perro de agua español 197

J.V. DELGADO, A. MOLINA, F. BARAJAS, A. RODERO, C. ESTEBAN, M. VALERA.- Plan de mejora genética del Merino autóctono español 199

M. FRESNO, J.F. CAPOTE, N. DARMANIN, S. MAYANS, A. MOLINA, J.V. DELGADO, M.E. CAMACHO, M. VALERA.- Optimización del plan de mejora de la Agrupación Caprina Canaria (A.C.C.) 201

M. ESPEJO, M. IZQUIERDO, D. ALBARDONEDO.- Programa de mejora genética de los ovinos precoces 203

C. DÍEZ, Y. BAYÓN, F. SAN PRIMITIVO.- Secuencias microsatélites del cromosoma 6 y producción láctea ovina 204

M.M. MARQUÉS, C. CAELLES, A. MUÑOZ, F. SAN PRIMITIVO.- Estudio sobre el promotor del gen de la β-Caseína ovina 185

INFORMACIÓN PARA AUTORES

Tipo de artículos que pueden ser enviados para su consideración al Comité de Redacción: se admite todo aquel que contribuya al intercambio de información profesional y trate de los más recientes avances que existan en las distintas actividades agrarias.

Para evitar retrasos en publicar se dará prioridad a los artículos que no excedan de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, cuadros y figuras incluidos.

Una *información para autores* más detallada puede ser solicitada al Comité de Redacción. Rogamos sea leída detenidamente, prestando atención especial a los siguientes puntos:

CONDICIONES GENERALES

Los artículos, en castellano, serán enviados por triplicado a:

Sr. Director de la Revista ITEA – Apartado 727 – 50080 ZARAGOZA

Los autores podrán recibir, si lo desean, un juego de pruebas, caso contrario o en el de retrasar su devolución, el artículo será publicado con las correcciones del Comité de Redacción.

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

Los originales deberán mecanografiarse a doble espacio en hojas de tamaño uniforme, dejando amplios márgenes y siendo numeradas correlativamente.

El título no incluirá abreviaturas y será corto y preciso. En la misma página se incluirán los nombres completos de los autores, así como la dirección postal y nombre de la Entidad en donde se haya realizado el trabajo.

Todas las colaboraciones incluirán en primer lugar un resumen corto de 200-500 palabras. Será comprensible por sí mismo, sin referencias al artículo. Se aceptará la traducción del resumen a otros idiomas, incluyendo el título.

A continuación del resumen vendrá el artículo completo, procurando mantener una disposición lógica, considerando cuidadosamente la jerarquía de títulos, subtítulos y apartados.

Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben titularse todos *figuras*. Los *cuadros* y *figuras* deben llevar numeración diferente, pero ambos en cifras árabes.

Los pies o títulos de cuadros y figuras deben redactarse de modo que el sentido de éstos pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Los títulos, pies y leyendas de los cuadros y figuras se traducirán al inglés y se incluirán en letra cursiva, bajo el correspondiente en español.

Los dibujos, gráficos y mapas serán presentados en la mejor calidad posible. Las fotografías o diapositivas han de ser nítidas.

En general se evitará el uso de abreviaturas poco conocidas, que en todo caso serán debidamente explicadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En el *texto* las referencias deben hacerse mediante el apellido de los autores en mayúsculas seguido del año de publicación, todo entre paréntesis.

Al final del trabajo, y precedida de la mención *Bibliografía,* se hará constar una lista alfabética de todas (y únicamente) las referencias utilizadas en el texto. En el caso de incluir varios trabajos del mismo autor se ordenarán cronológicamente.

Cuando se citen revistas(1), libros(2) y volúmenes(3) incluyendo artículos de varios autores en la lista de referencias, se hará según los siguientes ejemplos:

(1) DEMARQUILLY C., 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage, I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied. Ann. Zootech. 18 (1), 17-32.
TABUENCA M.C., 1968 a. Necesidades de frío invernal de variedades de peral. An. Aula Dei, 9, 1-9.
TABUENCA M.C., 1968 b. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. An. Aula Dei, 9, 10-24.

(2) NAKOVSKI L., 1956. Patología general (en ruso), 3 vol. 1862 pp. Ed. Vroskaya. Leningrado.

(3) GONZÁLEZ L., MISONE J., 1972. La gestión de cooperativas, Vol. 1, 126-129. Ed. Casalos. Valencia.

ITEA

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

AÑO XXVII (1996), Vol. 92A N.º 3

ÍNDICE

Página

PONENCIAS 9

E. UGARTE, E. URARTE, J. ARRANZ, F. ARRESE.- Programa de mejora genética y selección de las ovejas de raza latxa y carranzana en la comunidad autónoma Vasca y Navarra: problemas que presenta su aplicación práctica 11

M.D. PÉREZ-GUZMÁN, J.J. JURADO, M. SERRANO, V. MONTORO.- El programa de selección en la raza ovina manchega..... 22

L.F. DE LA FUENTE, E. MERINO, T. LÓPEZ, F. SAN PRIMITIVO.- Problemática del programa de selección de la raza churra... 31

J.J. JURADO GARCÍA, M.ª J. ESPINOSA PASCUAL.- Problemática del desarrollo de un programa de mejora genética en prolificidad en la raza *Rasa Aragonesa* 44

M. ANALLA, J.M. SERRADILLA.- Mejora genética del ovino segureño 57

J. CAÑÓN, J.P. GUTIERREZ, S. DUNNER, P. GARCÍA-ATANCE, F. GOYACHE, A. VILLA, L. ALONSO.- Principales aspectos del programa de mejora genética de la raza asturiana de los valles 75

A. RODERO, A. MOLINA.- Programa de selección del ganado vacuno de raza retinta 92

J. ALTARRIBA, A. GARCÍA-CORTÉS, C. MORENO, L. VARONA.- Situación y perspectivas de la mejora genética de la raza vacuna pirenaica 107

A. SÁNCHEZ-PALMA, J.M. SERRADILLA.- Programas de selección aplicados al ganado caprino 117

E.A. GÓMEZ, M.A. SANTACREU.- Mejora genética aplicada en el conejo de carne 142

J.L. CAMPO.- Aplicación práctica de programas de selección en aves 155

L. SILIÓ, J. RODRIGÁÑEZ, C. RODRÍGUEZ, M.A. TORO, J.M. GARCÍA-CASCO.- Mejora sin riesgos para el cerdo ibérico ... 161

J. ESTANY, D. BABOT, L. ALFONSO, J.L. NOGUERA.- Aplicación e implicaciones del modelo animal en porcino 173

J.M. ALFONSO LÓPEZ.- Programas de selección aplicados en peces 177

COMUNICACIONES 185