

**J.J. Jurado, J.P. Smulders, M.A. Jiménez, M. Serrano**

**PROGRESO GENÉTICO OBTENIDO EN EL PROGRAMA DE SELECCIÓN DE LA  
COOPERATIVA CARNES OVIARAGON EN RAZA OVINA RASA-ARAGONESA**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **103** N.º 3 (111-126), 2007

## Progreso genético obtenido en el programa de selección de la cooperativa CARNES OVIARAGON en raza ovina Rasa-Aragonesa

J.J. Jurado<sup>(\*)</sup>, J.P. Smulders, M.A. Jiménez, M. Serrano

Dpto. de Mejora Genética Animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Carretera de La Coruña, Km. 7,00. 28040 Madrid, España. e-mail: jurado@inia.es, jsmulders@inia.es, hernando@inia.es, malena@inia.es

(\*) Autor al que debe dirigirse la correspondencia. Tlf: 91 3476744. Fax: 91 3572293

### Resumen

En el programa de selección genética que se está llevando a cabo por parte de cooperativa Carnes Oviaragon S.C.L, la tendencia genética de las ovejas producidas directamente por el programa de selección con padres de Inseminación Artificial (IA) es de  $+0,0105 \pm 0,0034$  corderos por año (0,783% de la media fenotípica), lo que pone de manifiesto que tanto la metodología de valoración genética como las decisiones de selección son eficaces para mejorar el nivel genético de los animales. No obstante la tendencia genética de la población de rebaños conectados es negativa ( $-0,0065 \pm 0,0011$ ) lo que indica un lento pero progresivo deterioro de la misma. Dicha tendencia genética negativa es, en parte, achacable a la selección que practican los ganaderos de los reproductores por criterios morfológicos con preferencia sobre los genéticos, mientras que la tendencia positiva de las ovejas hijas de IA es atribuible precisamente a la elección los reproductores principalmente por sus valores genético.

Se concluye que el programa de selección es eficiente en detectar animales con valor genético elevado que se pueden utilizar como reproductores y que proporcionan ovejas de elevado valor genético y fenotípico. No obstante el número de animales mejorados generados por el programa de selección es insuficiente para detener el progresivo deterioro de la población, por lo que se sugiere la conveniencia de testar más machos y dejar como machos de monta natural y ovejas del recría a los descendientes de las ovejas mejorantes de los rebaños y de sementales positivos del programa.

**Palabras clave:** Tendencia genética, Ovino de Carne, Raza Rasa Aragonesa.

### Summary

**Genetic progress in the Rasa Aragonesa sheep breed through a selection programme carried out by the cooperative "Carnes Oviaragón S.C.L."**

In the genetic selection programme run by "cooperativa Carnes Oviaragon S.C.L", the genetic trend for sheep directly produced by the selection programme with artificial insemination parents (AI) is  $+0,0105 \pm 0,0034$  lambs per year (0,783% of the phenotypic mean). This shows that both the methodology of genetic valuation and the selection decisions are efficient to improve the genetic level of the animals. However, the genetic trend of the population in connected flocks is negative ( $-0,0065 \pm 0,0011$ ), indicating its slow but steady deterioration. This tendency is partly to be blamed on the selection of breeding animals based on morphologic rather than genetic criteria, whereas the positive trend of sheep produced by AI is a consequence of the selection of stallions based on genetic criteria.

As a conclusion, the selection programme is efficient in detecting animals with high genetic value for prolificacy which can be used as breeding stock and produce sheep with high phenotypic and genotypic value. However, the number of improved animals by the programme is not enough to stop the steady deterioration of the population, so it is suggested to progeny test more males and leave the descendants progeny of the improved ewes in the flocks and positive sires as natural service sires and dams in the commercial flocks.

**Key words:** Genetic trend, meat sheep, Rasa-Aragonesa breed.

## Introducción

Carnes Oviragon es una cooperativa agraria ampliamente implantada en Aragón y que agrupaba en 2003 un total 1.363 socios con unos efectivos de 584.357 ovejas (Pastores Grupo Cooperativo, 2004). Su actividad principal es la comercialización de corderos "Ternasco de Aragón", producto con Indicación Geográfica Protegida (IGP), eliminado intermediarios. Su actividad se extiende también a las áreas de sanidad (838 socios en ADS) y alimentación, facilitando a los ganaderos asesoramiento, servicios y los suministros necesarios. También asesoran a los ganaderos en la gestión técnico-económica de sus explotaciones (145 socios). La cooperativa comercializa anualmente 545.000 corderos, lo que supone casi un 20% de los corderos de Aragón principalmente en los mercados del Noroeste y Levante español y empieza a tener actividad exportadora de relevancia (18.000 corderos en 2003).

El programa de selección en la raza ovina Rasa-Aragonesa (PSRA) de la Unidad de Producción en Rasa Aragonesa (UPRA) Carnes Oviragon (PSRA-UPRA) tuvo sus comienzos en 1994 cuando esta cooperativa de ganaderos tomo la decisión de involucrarse en la mejora genética de la raza, ya que los otros aspectos de la producción (sanidad, alimentación, manejo y reproducción) habían sido abordados en años anteriores. En la actualidad 161 socios de la cooperativa colaboran en esta actividad con 119.380 ovejas. En la tabla 1 se presenta los progresos obtenidos en programas de mejora genética para el carácter prolificidad en otras razas, expresando en corderos por año y como porcentaje de la media fenotípica. También se incluye diversas estimas de la heredabilidad para dicho carácter.

Queremos hacer énfasis en que este programa no es el oficial de la raza, sino que es uno desarrollado por esta cooperativa con ayuda y asesoramiento del Gobierno de Aragón

Tabla 1. Progresos y parámetros genéticos estimados en diversas razas ovinas de carne para el carácter prolificidad

Table 1. Estimated genetic trend and parameters for prolificacy in several meat sheep breeds

Autor	Raza ovina	País	Años	Progreso genético anual <sup>[A]</sup>	Media fenotípica	Progreso genético anual <sup>[B]</sup>	Heredabilidad
[1]	Columbia	USA	50-98	0,0083	1,28	0,65%	0,09
[1]	Columbia	USA	78-98	0,0150	1,28	1,17%	0,09
[2]	Lacaune	Francia	78-95	0,0200	1,38	1,45%	
[3]	Merino	Sudafrica	86-02			1,30%	0,10
[1]	Polypay	USA	78-98	0,0150	1,77	0,85%	0,11
[1]	Rambouillet	USA	50-98	0,0104	1,33	0,78%	0,09
[1]	Rambouillet	USA	78-98	0,0150	1,33	1,13%	0,09
[4]	Romney	Reino Unido		0,0014			
[5]	Romney	Nueva Zelanda	86-95	0,0290		1,80%	
[1]	Targhee	USA	50-98	0,0125	1,32	0,95%	0,10
[1]	Targhee	USA	78-98	0,0250	1,32	1,89%	0,10

[1] (Handford et al., 2002), [2] (Bodin et al., 1999), [3] (Cloete et al., 2004), [4] (Bhuiyan y Curran, 1993) y [5] (Morris et al., 1999), <sup>[A]</sup> Número de corderos nacidos por oveja y parto, <sup>[B]</sup> Progreso genético anual expresado como porcentaje de la media fenotípica.

(GA) y de Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Este programa tiene una gestión diferenciada del programa oficial de ANGRA (Asociación Nacional de Ganaderos de Rasa-Aragonesa) aunque muchas de las ovejas del mismo están integradas en el Libro Genealógico de la raza.

El PSRA-UPRA es un clásico programa de selección genética que incluye numerosos rebaños que están conectados mediante machos de referencia que pueden ser machos mejorantes ó simplemente machos en testaje. (Jurado y Cea, 2000). Esta estructura de rebaños conectados permite una valoración genética conjunta y comparable de todos los animales que integran los rebaños (vivos y muertos) mediante la metodología BLUP de análisis genético-estadístico. La genealogía faltante ha sido suplida mediante padres virtuales distribuidos en grupos genéticos (Quaas, 1988). El objetivo de selección del PSRA-UPRA es pasar de una prolificidad media de la población de 1,3 a 1,5 en diez años (Jurado y Espinosa, 1996). El criterio de selección elegido es la prolificidad en un parto. Se encontró que la utilización de un modelo lineal con el exclusivo fin de ordenar los animales por valor genético ignorando la naturaleza discreta del carácter, conduce a clasificaciones muy parecidas a las obtenidas por el modelo umbral y el de Poisson, con la ventaja de tener unos tiempos de computación mucho más reducidos. A esta misma conclusión llegan Bhuiyan y Curran (1993) en raza Romney Marsh, Toro *et al.* (1986) y Pérez-Enciso *et al.* (1994) en estudios de simulación. Mediante técnicas de muestreo de Gibbs se obtuvieron valores de los parámetros genéticos en la escala visible de la heredabilidad de  $0,049 \pm 0,004$  y de la repetibilidad de  $0,107 \pm 0,002$  (Espinosa y Jurado, 1998). Estos valores son los utilizados en la valoración rutinaria del programa de selección.

La conexión entre rebaños se lleva a cabo mediante inseminación artificial (IA) con

semen refrigerado. Los sementales están situados en el Centro Nacional de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA) de Movera (Zaragoza), organismo perteneciente al Gobierno de Aragón (GA) que actúa como Centro de Inseminación Artificial (CIA).

La obtención de los machos jóvenes se lleva a cabo a partir de embriones de ovejas selectas inseminadas con semen de machos mejorantes mediante transferencia en ovejas nodrizas. Dichas técnicas se llevan a cabo en el Centro de Investigación y Tecnología Agraria (CITA) del GA (Folch *et al.*, 2003). Recientemente se comenzó a verificar las paternidades mediante marcadores genéticos en los laboratorios de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Las únicas genealogías paternas aceptadas son las de IA.

La labor de recogida y depuración de partos y genealogía comenzó en 1994 a partir de las bases de datos acumulados por el Servicio de Transferencia de Tecnología del GA. El primer catálogo de reproductores se elaboró en febrero de 1997. Desde entonces se han ido elaborando regularmente hasta 14 catálogos (el último en abril de 2006). La elección de madres de futuros sementales y la declaración de machos mejorantes, positivos y negativos, así como las decisiones de algunos ganaderos sobre el recría han estado siempre basadas en dicho documento.

El propósito de este trabajo es presentar un análisis pormenorizado de las tendencias genéticas alcanzadas en diversas categorías de animales (ovejas productoras, padres reproductores, ovejas madres, etc.), compararlas con las obtenidas en otras razas en caracteres similares, observar las discrepancias y analizar las causas y proponer soluciones prácticas. También se incluye la evolución fenotípica de la prolificidad que, en definitiva, es lo que determina el éxito comercial de programa para los ganaderos.

## Material y métodos

Todos los resultados a efectos de valoración genética que se presentan en este trabajo están basados en los obtenidos en el 14º Catalogo de Reproductores del PSRA-UPRA elaborado en abril de 2006.

En todas las valoraciones genéticas se utilizó la base de datos acumulada por el programa hasta el momento de efectuar los cálculos que incluye partos desde 1979, aunque de forma significativa solo desde 1990. (tabla 2) A los efectos de este estudio es importante distinguir entre diversas poblaciones:

a) La población general fue la descrita en la introducción y, en última instancia, sería la

beneficiaria del programa (base de selección integrada por 1.363 rebaños con 584.357 ovejas) pero que, en general, no intervienen directamente en el programa de selección.

b) La “población del programa” sería la que esta en control de producciones en rebaños conectados (69 rebaños con 100.805 ovejas)

c) La “población generada” por el programa de selección sería el conjunto de machos y hembras que nacieron en rebaños conectados, fruto de apareamientos diseñados en el contexto del programa y basados en cálculos generados en el mismo. (107 machos y 4.427 hijas)

En aquellos programas de selección de reciente creación (y en mejora genética esto signifi-

Tabla 2. Efectivos utilizados para la elaboración del 14º Catalogo de Reproductores del programa de selección genética de la unidad de producción de raza Aragonesa (PSA-UPRA). Parámetros reproductivos

Table 2. Number of animals used to developed the 14<sup>th</sup> Catalogue of the selection schemes of Rasa-Aragonesa production unity (PSA-UPRA). Reproductive parameters

Número total de rebaños con datos de partos.	175
Número de rebaño en activo (siguen en control de producción).	142
Número de rebaños en el núcleo.	69
Número de ovejas en rebaños del núcleo de selección.	108.805
Número de rebaños en la base de selección.	1.363
Número total de ovejas en la base de selección.	584.375
Número de ovejas vivas.	115.824
Número de ovejas con valoración genética.	176.023
Número de ovejas que son madres.	30.128
Número de ovejas con madres conocidas.	38.835
Número de sementales con valoración genética.	107
Número de ovejas con padre conocido.	4.992
Número de sementales vivos.	16
Número de sementales declarados positivos.	35
Número de sementales declarados negativos.	72
Numero de inseminaciones efectuadas entre 1994 y 2006.	50.074
Fertilidad de la inseminación artificial.(%)	56,16
Número de partos medio por ovejas.	3,65
Número medio de sementales con hijas por rebaño.	19,28
Número medio de hijas de IA por rebaño.	64,17
Número medio de hijas de IA por rebaño y por machos.	3,15
Prolificidad media de la población controlada	1,338

ca menos de diez años) es necesario establecer las diferencias entre la tendencia genética de la "población del programa" (que se podría definir como la evolución con los años del valor genético medio de todas las ovejas productoras de los rebaños involucrados en el programa y conectados) y la tendencia genética de la "población generada" (que sería la evolución anual del valor genético medio de las ovejas productoras en rebaños involucrados en el programa y conectados y que son originadas como producto de decisiones tomadas en el ámbito del programa de selección genética). La razón de esta distinción procede del muy diferente número de animales involucrados en cada tendencia que diluye los resultados de las ovejas de la población generada en un número mucho más elevado de ovejas elegidas según criterios de los ganaderos. El programa que nos ocupa es solo responsable de los 105 machos y de sus 4.992 hijas (apenas un 5% del total de ovejas) y, en todo caso, de sus madres. Todos los demás animales de los rebaños son producto de decisiones de los ganaderos, aunque se pueda estar dejando el recrió con información facilitada por el programa de selección. Por consiguiente, la tendencia genética de la "población generada" abarca a los sementales de IA y a las "ovejas productoras con padre conocido"

Las medias de los valores genéticos predichos fueron calculadas según el año de nacimiento de los animales. En el caso de animales reproductores dicha media se hizo según el año de utilización del mismo (año en que nacen sus hijos) y fueron ponderadas por el número de hijos, pues de esta forma estiman el valor genético de los reproductores que realmente transmiten genes a su descendencia. Hablaremos pues de tres grupos de machos (y hembras) presentes en un año determinado: los machos nacidos, los machos disponibles y por último los machos utilizados. Correspondientemente hablare-

mos de año de nacimiento de machos, año de disponibilidad y año de utilización. En el caso de las madres también se ponderó por el número de hijas, aunque en este caso (y debido al escaso número de hijas por oveja reproductora) no marcó grandes diferencias. Esta idea fue expuesta en Van Tassell y Van Vleck (1990).

En general estableceremos diversas categorías de animales según se usen con diferentes propósitos dentro del programa de selección. Así, definiremos las siguientes categorías de animales en rebaños conectados:

- Ovejas productoras (Son las que paren regularmente)
- Ovejas productoras con padres conocidos (Hijas de machos de IA)
- Ovejas productoras con padres desconocidos (Hijas de machos de monta natural (MN))
- Ovejas madres utilizadas (Vivas y ponderadas por el número de hijos).
- Sementales nacidos un determinado año.
- Sementales disponibles. (Vivos aunque nacidos en varios años).
- Sementales utilizados. (Disponibles y ponderados por el número de hijos).
- Sementales positivos disponibles (Valor genético superior a +0,02).
- Sementales negativos disponibles (Valor genético inferior a +0,02).
- Sementales positivos utilizados (Valor genético superior a +0,02).
- Sementales negativos utilizados (Valor genético inferior a +0,02).

La tendencia genética de cualquier categoría de animales productores se calcula en todos los casos como el coeficiente de regresión lineal de la media de los valores genéticos predichos de los animales incluidos en la misma y nacidos un año determinado sobre

la unidad de tiempo que fue tomada como el año de nacimiento del animal. En el caso de las categorías de reproductores utilizados, la regresión sería del valor genético medio de los reproductores utilizados un año determinado ponderados por su número de hijos sobre el año de utilización del animal y no el del nacimiento (se podría hablar de tendencia genética de utilización). Si la categoría de reproductores fueran los disponibles, la regresión sería el valor genético medio de los reproductores disponibles cada año sobre el año de disponibilidad del animal (tendencia genética de disponibilidad). La razón de hacer esto sería poder visualizar el mismo año las ovejas productoras y el nivel genético de sus progenitores (sementales y ovejas madres utilizadas ó disponibles) de forma conjunta. Así, por ejemplo, se pondrán juntas ovejas productoras según su año de nacimiento y la media de sus progenitores según su año de utilización.

Para calcular la evolución de la media fenotípica de algunas categorías de ovejas, se utilizó la media anual del valor fenotípico de todos los partos habidos por las ovejas (hasta 2004) incluidas en dicha media y nacidas un año determinado sobre la unidad de tiempo que también fue tomada como el año de nacimiento de la oveja.

Los años considerados en el estudio de tendencias abarca desde 1990 (año en el que ya figura un número significativo de ovejas nacidas) hasta 2004 (último año incluido en el control de producciones en febrero de 2006 con un número significativo de animales de las diversas categorías estudiadas). En el caso de la evolución fenotípica y cuando se trata de ovejas productoras, no se incluye el año 2004 ya que la mayoría solo tendrían un parto hasta 2005 y no serían representativas. Puesto que el primer catálogo se publicó en Febrero de 1997, el año anterior debe ser considerado como el punto inicial del progreso genético a partir del cual la elección de

reproductores pudo llevarse a cabo en función de su valor genético. Por consiguiente en aquellas categorías de animales obtenidas por selección genética de sus progenitores la tendencia se calculara desde 1996.

Con el propósito de reflejar como la mejora genética se sustenta en la hijas de los machos de mayor valor genético, se define "macho positivo" a aquel cuyo valor genético predicho es superior a +0,02 y "macho negativo" a aquel con valor genético predicho inferior a +0,02. La razón de escoger este límite reside en que el valor genético medio de los rebaños es próximo a cero y ninguno supera el +0,02, por lo cual cualquier macho que supere ese valor será, en general, mejorante para los rebaños.

En la tabla 3 se presenta la evolución de la valoración genética de sementales con el número de machos probados por descendencia, número total de hijas de IA, número de machos declarados positivos y negativos y forma de elección de los machos que aparecen por primera vez en el catálogo de sementales. El proceso de elección de futuros sementales empezó en 1993 e, inicialmente, se basó en el valor fenotípico de las madres. Posteriormente, cuando ya hubo valoración genética de ovejas (febrero de 1997), se basó solo en el valor genético de la madre. En el año 2000 los candidatos a sementales fueron elegidos además por el valor genético de sus abuelas paternas y por fin, a partir de 2001 tanto el padre como la madre fueron animales de elevado valor genético.

## Resultado y discusión

En la figura 1 se muestra la evolución de las medias genéticas de los sementales nacidos y testados en la población generada, así como la de las ovejas productoras de la población del programa en rebaños conec-

Tabla 3. Evolución del número de sementales probados por descendencia, del número de hijas de IA utilizadas para la prueba, número de sementales declarados positivos (valor genético superior a +0,02), año de nacimiento de los sementales positivos, número de sementales declarados negativos (valor genético inferior a +0,02) y forma de elección de los candidatos a sementales  
 Table 3. Evolution of number of progeny tested sires, number of daughters used in the progeny test, number of positives sires (genetic values over +0,02) and birth year of sires, number of negatives sires (genetic values below +0,02) and way of selection of young sire candidates

Núm. (1)	Fecha (2)	Nº sem. (3)	Nº hijas IA (4)	Nº sem. POST. (5)	Año nac. SEM. POST. (6)	Nº sem. NEG. (7)	Elección de futuros sementales (8)	
							Padres	Madres
1	Febrero 1997	7	136	0		7	Desconocidos	Desconocidas
2	Noviembre 1997	15	279	0		15	"	Prolíficas
3	Abril 1998	27	366	0		27	"	"
4	Diciembre 1998	31	479	0		31	"	"
5	Mayo 1999	31	727	0		31	"	"
6	Diciembre 1999	36	865	4	1994-1995	32	"	"
7	Junio 2000	41	997	9	1994-1995	40	V.G. de su abuela	V.G. de su madre
8	Diciembre 2000	46	1.113	10	1994-1997	36	"	"
9	Junio 2001	50	1.194	14	1994-1997	36	V.G. de su padre	"
10	Abril 2002	57	1.382	20	1994-1997	37	"	"
11	Febrero 2003	76	1.692	12	1994-1998	64	"	"
12	Febrero 2004	96	2.319	19	1994-2000	70	"	"
13	Febrero 2005	105	3.641	32	1994-2000	73	"	"
14	Abril 2006	107	4.992	35 (16 vivos)	1997-2000	72	"	"

(1) Número del catálogo

(2) Fecha de publicación del catálogo.

(3) Número total acumulado de sementales valorados que aparecen en el catálogo.

(4) Número total acumulado de hijas de inseminación artificial en que basan las valoraciones genéticas (V.G.) de los sementales.

(5) Número total acumulado de sementales declarados positivos (puede incluir machos ya declarados positivos o negativos en años anteriores)

(6) Intervalo de años que abarca los de nacimiento de los sementales declarados positivos en cada catálogo.

(7) Numero total acumulado de sementales declarados negativos (puede incluir machos ya declarados negativos o positivos en años anteriores)

(8) Criterio por los que los sementales que aparecen por primera vez valorados en un catálogo fueron elegidos como candidatos a futuros sementales en años anteriores.



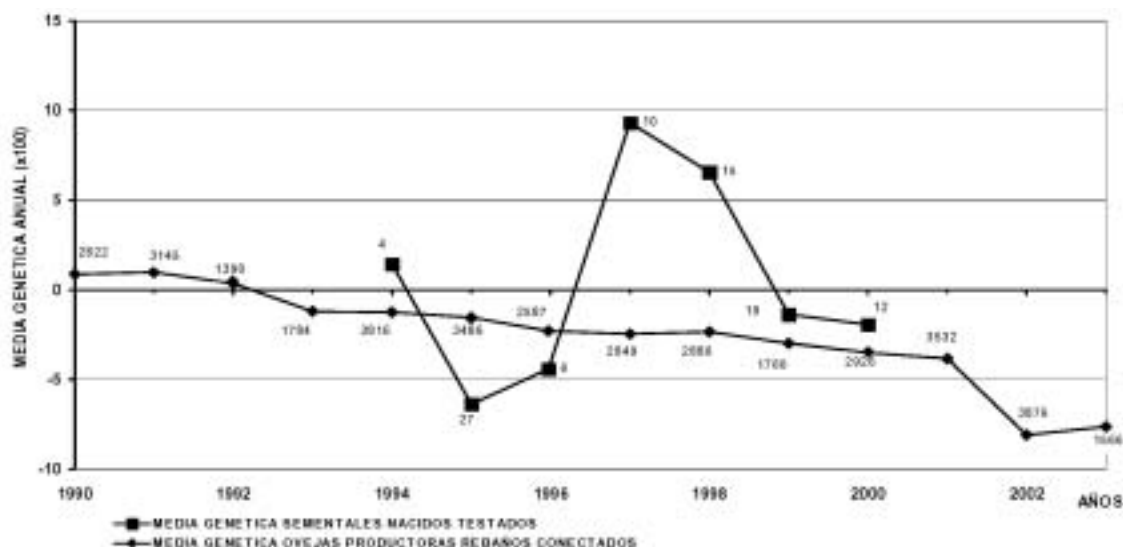


Figura 1. Evolución de las medias genéticas anuales de todos los sementales y ovejas productoras en rebaños conectados.

Figure 1. Evolution of average estimated breeding values of rams and ewes born in each year in connected flocks.

tados, según sus años de nacimiento. En ambas líneas se añade el número de animales nacidos cada año.

En el caso de los machos la tendencia desde 1996 hasta 2000 es negativa aunque no significativa ( $-0,0041 \pm 0,0205$ ). Durante los primeros años de actividad de programa (desde 1994) se siguió la política de hacer apareamiento dirigidos basados en el fenotipo de las ovejas, con el fin de que fueran naciendo machos con supuesto buen índice de pedigrí y cuyo valor genético se predeciría en las posteriores valoraciones genéticas (tabla 3). De esta forma los primeros machos jóvenes del programa (nacidos entre 1995 y 1999) eran hijos de ovejas prolíficas y machos desconocidos. En febrero de 1997 se publica el primer catálogo de reproductores en el que aparecen valorados por descendencia los 7 sementales preexistentes al programa con

progenitores desconocidos (4 con año de nacimiento). A partir de ese año aparecen en sucesivos catálogos aquellos machos nacidos de los cruces dirigidos iniciales. A partir de 1997 las madres de los candidatos a futuros sementales fueron elegidas por su valor genético y los padres eran los presentes en los rebaños de las madres (desconocidos). En el año 2000 se pudo elegir el padre según el valor genético de la madre del semental y a partir de 2001 tanto el padre y la madre fueron seleccionados por su valor genético.

En la línea correspondiente a los sementales se observa un aumento de la media muy acusada en el año 1997 debido a que nacen los primeros machos surgidos de apareamientos dirigidos de madres con elevado valor genético. A partir de 1997 la media genética de los machos nacidos va disminu-

yendo, signo inequívoco de una menos afortunada elección de sus progenitores. A partir de 2006 se espera que aparezcan valorados los primero machos con índice de pedigrí elevado nacidos con posterioridad a 2002 (padre y madre seleccionados por valor genético). En el momento actual del programa los sementales de calidad ya han nacido pero no están aun testados. El escaso número de machos testados puede ser una razón de lo errático de esta línea.

Respecto a las ovejas productoras de la población general cabe destacar el continuado descenso que se observa desde el año 1990 en que la media genética era positiva (+0,0106) hasta 2004 en que pasa a ser negativa (-0,0731). El valor de la tendencia desde 1996 es de  $-0,0065 \pm 0,0012$  e indica que la población ha ido perdiendo nivel genético desde mucho antes de empezar el programa

de selección. La evolución fenotípica ha sido paralela a la genética, pasando de una prolificidad media de 1,382 en 1990 a 1,124 en 2004. Este hecho es más marcado en ovejas de primer parto, que pasan de 1,373 en 1990 a 1,109 en 2004. La razón de este descenso puede ser que los ganaderos, en ausencia de información, tienden a elegir como reproductores los animales mejor conformados según criterios morfológicos, lo que está poco relacionado con la prolificidad.

En la figura 2 se presenta por separado, junto a la media genética anual de las ovejas productoras ya presente en la figura 1, las medias genéticas anuales de las que son hijas de IA (con padre conocido) y las de las ovejas hijas de machos de MN (de padre desconocido) según sus años de nacimiento. También se da el número de animales nacidos cada año.

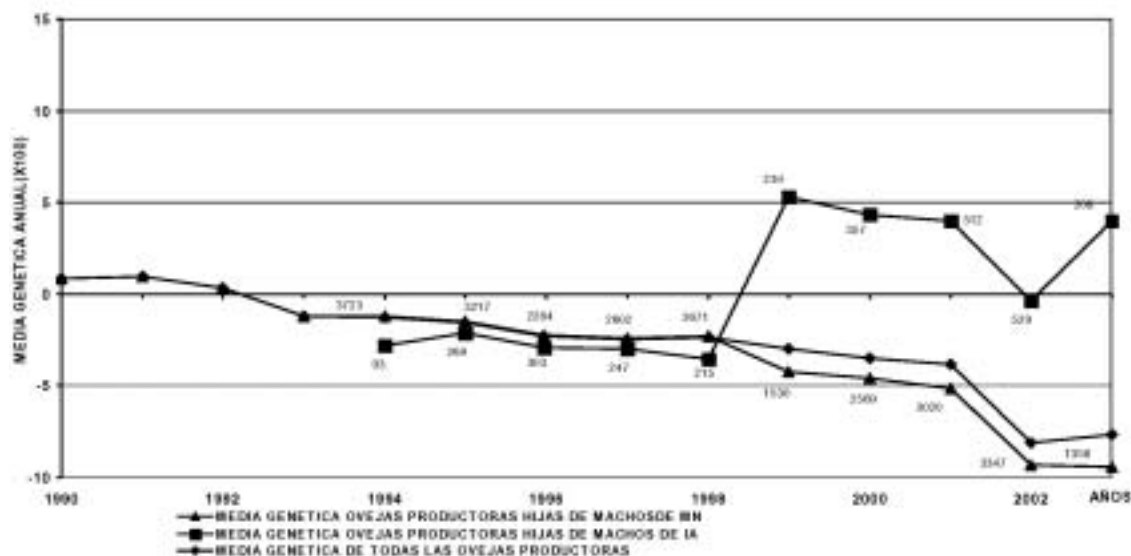


Figura 2. Evolución de las medias genéticas anuales de ovejas productoras hijas de padre conocido, desconocido y total en rebaños conectados.

Figure 2. Evolution of average estimated breeding values of ewes born each year with known and unknown sires in connected flocks.

Es bien conocido que la raza Rasa Aragonesa fue cruzada en el pasado con otras razas, en unos casos prolíficas y en otros no, con el fin de mejorar su rentabilidad en diversos aspectos de la producción. La consecuencia fue que muchos rebaños perdieron su potencial genético original hasta el punto de no tener suficiente pureza para estar en el libro genealógico de la raza. En el año 2001 la cooperativa llegó a un acuerdo con los responsables de libro genealógico para incorporar algunos de estos rebaños al mismo mediante la calificación de sus animales. Por consiguiente, en ese año, el recreo se hizo primando los criterios morfológicos sobre los genéticos, lo que justificaría en la gráfica la bajada del nivel genético entre los años 2001 y 2002.

La tendencia genética de las ovejas productoras de padre conocido entre 1996 y 2004 presenta un valor de  $0,0105 \pm 0,0034$  corderos anuales, lo que pone de manifiesto que el programa de selección es eficaz para aumentar el nivel genético medio de las ovejas. Esta tendencia supone un 0,783% de la media fenotípica general (1,338) y debe ser considerada como la tendencia genética generada por el programa de selección, pues son las únicas ovejas producto de una selección genética. Este valor de la tendencia genética está dentro del rango de las encontradas para otras razas, aunque en el extremo inferior (tabla 1). Su valor es muy superior a la de la población ya que solo incluye ovejas con padres conocidos.

Entre 1994 y 1998 la tendencia genética de las ovejas anteriores es de  $-0,0020 \pm 0,0011$  y su valor genético medio de  $-0,0254 \pm 0,0044$ , lo que significa que antes de 1998 el nivel genético de los machos de IA era bajo (los preexistentes al programa y los elegidos según el fenotipo de sus madres). A principios de 1997 se hacen los primeros apareamientos dirigidos por valor genético de las ovejas madres y a finales del mismo año

nacen los primeros machos selectos. Las hijas de estos sementales nacen en 1999 y sus partos tienen lugar a partir de este mismo año. Esta debe ser la causa del notable incremento del valor genético de las ovejas en 1999, hijas, en parte, de sementales nacidos en 1997. En años sucesivos el nivel genético se ha mantenido excepto en 2002, por las mismas razones antes expuestas de la admisión de rebaños en el libro genealógico, lo que hace que entre 1999 y 2004 la tendencia sea inexistente ( $-0,0003 \pm 0,0049$ ) aunque su valor genético medio sea de  $+0,0420 \pm 0,0185$  (muy superior a la etapa 1994-1998).

La tendencia genética de las ovejas de padre desconocido (es decir de machos de MN) entre 1996 y 2004 es de  $-0,0088 \pm 0,0011$ . La comparación de las líneas de hijas de padre conocidos y desconocidos pone de manifiesto el efecto del testaje y selección de machos. Es preciso reparar en que el número total de ovejas con padre conocido (4.427) es muy inferior al de con padre desconocido (49.030) lo que supone apenas un 8,281% de ovejas con padre conocido. El motivo es que el porcentaje de ovejas inseminadas es muy bajo (un 6,831% de las ovejas vivas). Esto hace que las líneas de las categorías de ovejas productoras y la de con padre desconocido transcurran muy próximas. Todo lo anterior pone de manifiesto que el programa de selección no puede aún influir de forma efectiva en la evolución de la población general.

Se podría argumentar que la metodología BLUP altera el valor de las predicciones genéticas de los animales cuando se desconoce su genealogía, haciendo que estas tiendan a cero. No obstante la mayoría de las ovejas tiene información propia de varios partos y en muchos casos se conoce la madre, lo cual, unido a la inclusión de grupos genéticos, puede hacer que esta propiedad de la metodología no modifique sustancialmente las conclusiones anteriores.

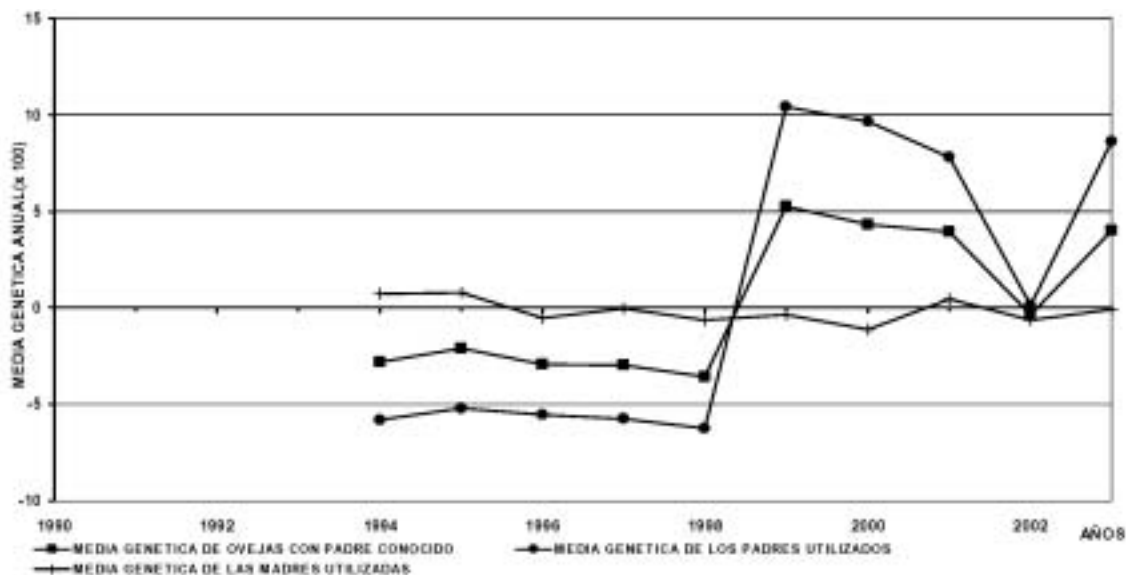


Figura 3. Evolución de las medias genéticas anuales de ovejas con padre conocido, sus padres y sus madres en rebaños conectados.

Figure 3. Evolution of average s estimated breeding values of ewes born each year with known sires, and their sires and dams in connected flocks.

En la figura 3 se presenta junto a la media genética anual de las ovejas con padres conocidos (la misma que en la figura 2), el valor genético medio anual de sus padres y madres utilizadas (o sea, ponderado por el número de hijos). La tendencia genética de las madres utilizadas (1996-2004) es  $-0,0003 \pm 0,0008$  y su valor genético medio de  $-0,0023 \pm 0,0059$ . Esta claro que las ovejas madres inseminadas no presentaban un especial nivel genético. De lo que no cabe duda es de la subida del nivel genético medio de los sementales utilizados mediante IA, pues pasan de un valor genético medio de  $-0,0539$  en 1998 a  $+0,0971$  en 1999. Desde ese momento la media genética es elevada excepto en 2002 por las razones antes expuestas. Entre 1994 y 1998 el nivel genético medio de los sementales utilizados fue de  $-0,0005 \pm 0,0011$  y entre 1999 y 2004 es de  $+0,0037 \pm 0,0103$ . Parece evidente que la razón de la subida del nivel

genético medio de las ovejas de padre conocido son precisamente sus padres y no sus madres.

En la figura 4 se presentan las medias genéticas anuales de las ovejas de padre desconocido (la misma que en fig. 2) y la de sus madres utilizadas. La tendencia genética (1996-2004) de estas últimas es  $-0,0025 \pm 0,0005$  y su valor medio de  $0,0008 \pm 0,0077$ , valores ambos muy bajos. Se puede concluir que los ganaderos utilizan madres de bajo valor genético tanto para los apareamientos con machos de IA como con machos de MN (aunque, como se ve en la figura 7, con alta prolificidad). En esta figura llama la atención el que hijas de padres de MN son claramente inferiores a sus madres, lo que implica que sus padres deben tener un valor genético muy inferior al de sus madres. Esto mismo se observa con los machos de IA entre los años 1994 y 1998 (figura 3).

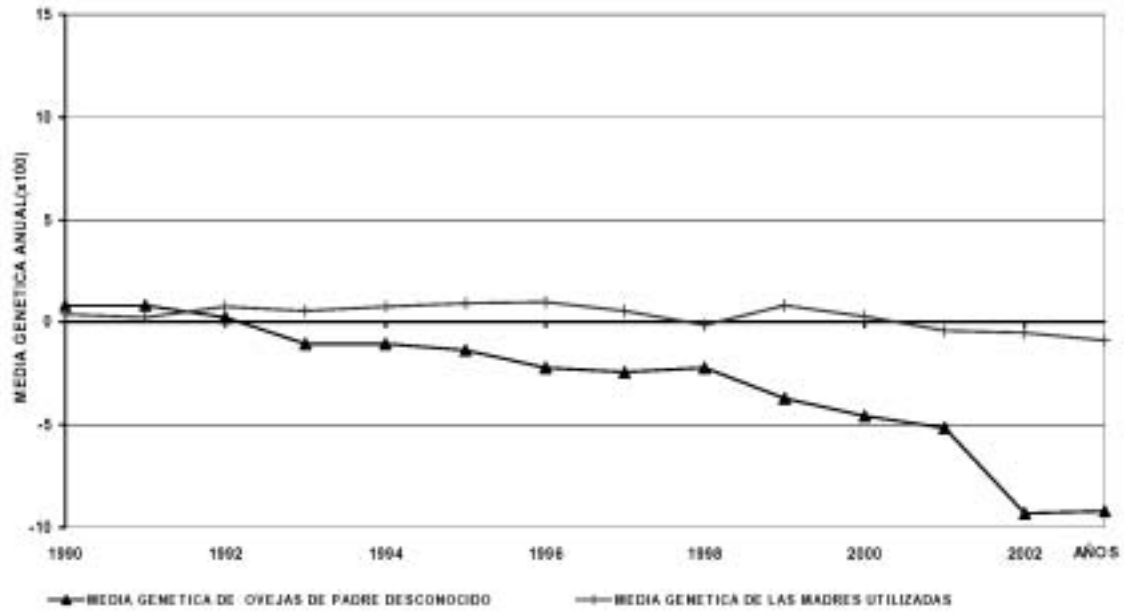


Figura 4. Evolución de las medias genéticas anuales de ovejas con padre desconocido y sus madres en rebaños conectados.

Figure 4. Evolution of average estimated breeding values of ewes born each year with unknown ram and their dams in connected flocks.

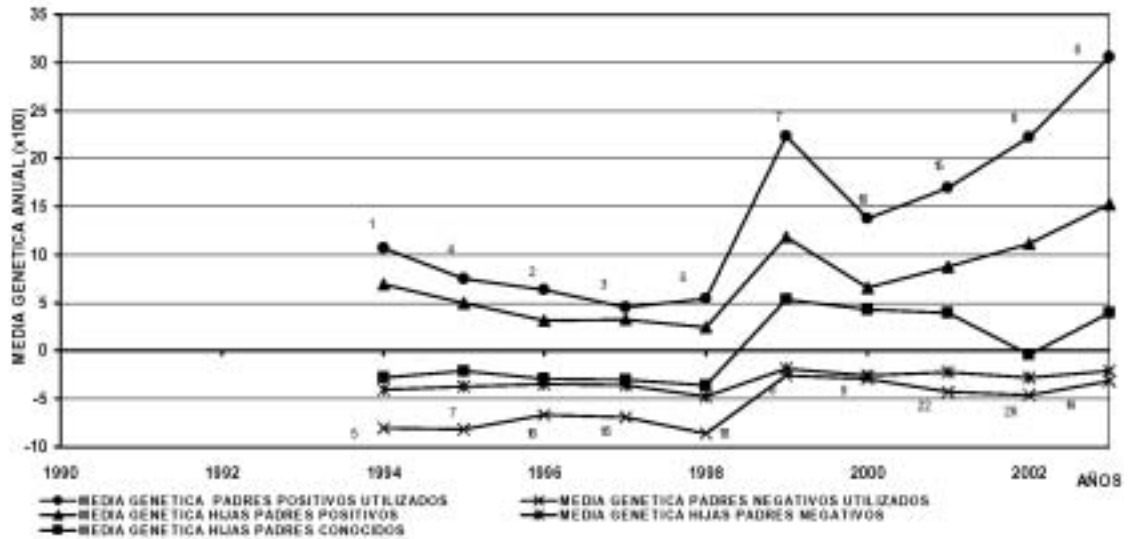


Figura 5. Evolución de las medias genéticas anuales de ovejas con padres positivos y negativos y sus hijas en rebaños conectados.

Figure 5. Evolution of average estimated breeding values of ewes born each year sired by positives and negatives rams and their daughters in connected flocks.

En la figura 5, junto a la media genética anual de las ovejas de padres conocidos (la misma que en la fig. 2 y 3), se presenta, por un lado la de los sementales positivos utilizados y sus hijas y por otro la de los sementales negativos utilizados y sus hijas (en las líneas de los machos se añade el número de machos disponibles cada año). La tendencia genética de los machos positivos utilizados (1996-2004) es  $+0,0298 \pm 0,0069$  y su valor genético medio fue de  $+0,1586 \pm 0,0958$ . Entre 1994 y 1998 el valor de la tendencia es de  $-0,0178 \pm 0,0066$  y su valor medio de  $+0,0715 \pm 0,0335$ . Entre 1998 y 2004 la tendencia es de  $+0,0263 \pm 0,0191$  y su valor genético medio  $+0,1901 \pm 0,0838$ . Se observa pues un cambio en la tendencia a partir de 1998 debido a la aparición del primer catálogo de sementales. La tendencia genética de sus hijas (1996-2004) es de  $+0,0134 \pm 0,0038$ , claramente diferente de cero y con valor genético medio positivo ( $+0,0823 \pm 0,0462$ ).

La tendencia genética de los machos negativos utilizados es  $+0,0057 \pm 0,0015$ , ligeramente positiva y diferente de cero, pero su valor genético medio es de  $-0,0513 \pm 0,0191$ . Sus hijas presentan también una tendencia ligeramente positiva ( $+0,0025 \pm 0,0009$ ) y un valor genético medio negativo ( $-0,0286 \pm 0,0095$ ).

Como cabía esperar el valor genético de los machos establece dos niveles en el de las hijas. Puesto que las madres utilizadas con ambos tipos de machos tienen valor genético similar y próximo a cero (véase fig. 6), la línea de las hijas de los machos positivos evoluciona por debajo de la de sus padres y la de los machos negativos por encima de los suyos.

En la figura 6 se presenta la evolución del valor genético medio anual de las ovejas madres utilizadas apareadas con machos positivos y negativos. En el caso de las ovejas apareadas con machos positivos la tendencia genética (1996-2004) es  $-0,0069 \pm 0,0012$  y

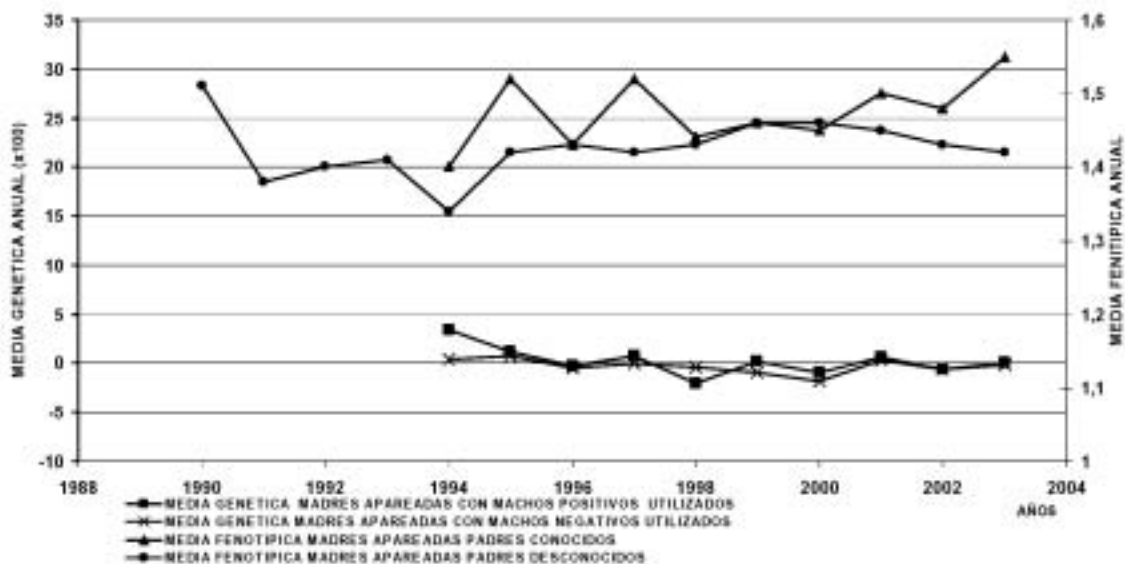


Figura 6. Evolución de las medias genéticas y fenotípicas anuales de ovejas apareadas con machos positivos y negativos, conocidos y desconocidos en rebaños conectados.

Figure 6. Evolution of average estimated breeding values and phenotypic records of ewes mated to positive and negative rams and known and unknown rams in connected flocks.

valor genético medio de  $-0,0039 \pm 0,0090$ . En el caso de las ovejas apareadas con machos negativos es de  $-0,00003 \pm 0,0005$  y su valor genético medio de  $-0,0027 \pm 0,0035$ . Esta claro que sus tendencias y valores genéticos medios tienen valores muy bajos, lo que confirma que en esta etapa del programa los ganaderos usan indiferentemente las ovejas madres con machos de IA o de MN sin ningún criterio genético.

La conclusión general a la que se puede llegar de las figuras, 5 y 6 es que los sementales positivos conducen a hijas con creciente valor genético. Las madres, por el contrario, no intervienen en el proceso de mejora. De la misma manera, los machos negativos conducen a hijas con valor genético medio negativo, no siendo posible atribuir esto a sus madres sino a ellos mismos. Por otra parte, se pone de relieve que la metodología utilizada es eficaz en detectar animales mejorantes en

caracteres que por su naturaleza discreta hubieran predispuesto a usar modelos de valoración más complejos.

Aunque mediatizadas por el medio ambiente en que las ovejas tienen los partos y por tanto influenciada por el efecto "año", nos parece muy ilustrativo juzgar el éxito de un programa de mejora también por sus efectos fenotípicos. Los ganaderos no suelen utilizar otro modo para valorar la importancia económica de su colaboración al programa. En la figura 7 se presentan las evoluciones de las medias fenotípicas de algunas categorías de ovejas. Aunque la media fenotípica anual de las hijas de padre conocido disminuye a partir de 1999 (presenta un valor fenotípico medio entre 1996-2003 de  $+1,395 \pm 0,059$ ), no ocurre lo mismo con las hijas de los machos positivos que presentan una evolución constante y un valor fenotípico medio entre 1996-2003 de  $+1,4902 \pm 0,059$ . En 1999 la prolificidad media

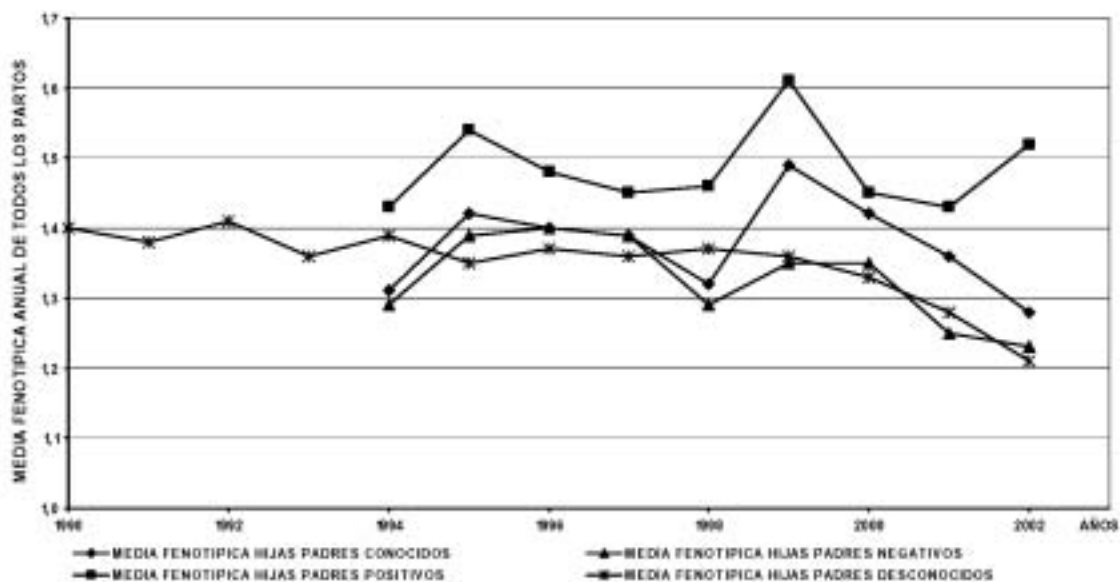


Figura 7. Evolución de las medias fenotípicas de las hijas de padres conocidos (positivos y negativos) y desconocidos en rebaños conectados.

Figure 7. Evolution of average phenotypic values of daughters of known (positives or negatives) and unknown rams in connected flocks.

de las hijas (incluyendo todos sus partos) fue de 1,633 y en 2003 fue de 1,474.

Las medias fenotípicas anuales de ovejas de padres desconocidos y negativos disminuyen progresivamente (sobre todo a partir de 1999) alcanzando unos preocupante valores medios de 1,205 y 1,248 respectivamente en 2003. Se podría concluir que el programa es eficaz en conseguir ovejas de prolificidad elevada por su valor genético, pero que la influencia de estas en toda la población de rebaños conectados es aun escasa.

Por último, en la figura 6 se presenta la evolución de las medias fenotípicas anuales de las ovejas madres usadas por los ganaderos para aparearse con los machos de IA y para la MN. En ambos casos su valor fenotípico medio entre 1996 y 2003 es elevado ( $1,469 \pm 0,036$  y  $1,427 \pm 0,014$ ) y se mantiene con el transcurrir de los años. Es especialmente destacable que estas madres en primer parto tuvieron una prolificidad media de  $1,982 \pm 0,029$  y de  $1,977 \pm 0,026$  respectivamente. Esto contrasta con sus bajos valores genéticos presentados en las figuras 3 y 4 ( $-0,0003 \pm 0,0008$  y  $-0,0025 \pm 0,0005$ ). La conclusión podría ser que los ganaderos utilizan ovejas madres de gran calidad fenotípica tanto para el recría como con machos de IA pero con escaso valor genético (lo cual no debería sorprendernos dada la baja heredabilidad del carácter). Pareciera que en algunos rebaños, el criterio para decidir las ovejas inseminadas y las madres de los futuros sementales de MN fuera exclusivamente fenotípico sin incluir ninguna consideración de tipo genético.

### Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones, y algunas recomendaciones, que se pueden extraer de este trabajo serían:

1. La metodología de valoración genética utilizada es eficiente para la detección del valor genético de los animales en sus diversas categorías consideradas.

2. La tendencia genética de las ovejas generadas por el programa de selección es positiva  $+0,0105 \pm 0,0034$  (un 0,783% de la media fenotípica) el cual se sitúa en un nivel parecido al de otros programas de selección genética. Por el contrario, las ovejas productoras de la población del programa presentan una tendencia genética negativa y constante ( $-0,0065 \pm 0,0012$ ).

3. Las ovejas utilizadas por los ganaderos como madres de hijas de IA, aunque muy prolíficas, no presentan un nivel genético sobresaliente. Esta práctica debe evolucionar en el sentido de que el índice de pedigrí del recría sea más alto, utilizando el valor genético como criterio para elegir las madres y no su fenotipo como pareciera que ocurre con los obtenidos hasta ahora.

4. Las hijas de los machos declarados positivos presenta una tendencia genética a partir de 1999 claramente positiva que pone de manifiesto que el uso de machos mejorantes es un camino eficaz para incrementar el valor genético de las ovejas. Dada las limitaciones de la IA, parece razonable procurar que los machos de MN aumenten de nivel genético (conclusión 5).

5. El grado actual de mejora de la población generada es insuficiente para modificar la actual tendencia genética negativa de la población del programa (y lógicamente la de la población general). Sería de desear que el número de animales mejorados se incremente para detener el progresivo deterioro de la población. Los ganaderos deberían elegir como machos de MN en sus rebaños a hijos de sus mejores ovejas (juzgadas por su valor genético) y de los sementales mejorantes del esquema.



## Agradecimientos

Este trabajo es fruto del trabajo de varios centros colaboradores que se citan a continuación así como la labor desarrollada:

- UPRA-OVIARAGON. Dirección del programa y equipo técnico veterinario.
- INIA.- Gestion del programa genetico.
- CITA-GOBIERNO DE ARAGON. Centro de producción de machos selectos.
- CENSYRA DE MOVERA. Centro de inseminación artificial.
- LAB. DE CITOGENETICA Y GENETICA MOLECULAR. Verificación de paternidades mediante marcadores genéticos.
- ANGRA. Valoración morfológica de reproductores.

## Bibliografía

- Bhuiyan AKFH, Curra MK, 1993. Genetic trends of prolificacy and litter size in Romney Marsh sheep. *Small Ruminat Research* 13: 315-320.
- Bodin L, Elsen JM, Hanocq' E, François D, Lajous D, Boichard D, Foulley JL, San Cristobal-Gaudy, M, Teyssier J, Thimonier J y Chemineau P, 1999. Génétique de reproduction chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 12(2): 87-100.
- Cloete SWP, Gilmour AR, Olivier JJ, van Wyk JV, 2004. Genetic and phenotypic trends and parameters in reproduction, greasy fleece weight and live weight in Merino lines divergently selected for multiple rearing ability. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(8): 745-754.
- Espinosa MJ, Jurado JJ. 1998, Estima de parámetros genéticos para prolificidad en ganado ovino mediante muestreo de Gibbs. Resultados preliminares. *ITEA*. 94A: 297-304.
- Folch J, Cocero JM, Alabart JL, Olivera J, 2003. Embryo transfer applied to sheep selection program. *Reproduction, Fertility and Development*. 16(4): 512.
- Hanford KJ, van Vleck LD, Snowder GD, 2002. Estimates of genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Columbia sheep. *Journal of Animal Science*, 80(12): 3086-3098.
- Pastores grupo cooperativo. Informe de gestión de 2004. N° 5. Marzo de 2005.
- Jurado JJ, Espinosa MJ, 1996. Problemática del desarrollo de un programa de mejora genética en prolificidad en raza Rasa Aragonesa. *ITEA* 92A: 44-56.
- Jurado JJ, Cea R, 2000. Esquema de selección en la raza ovina Rasa Aragonesa. *Ovis*, 68: 37-51.
- Morris CA, Amyes NC, Hickey SM, Binnie DB, 1999. Genetic progress in a Romney group breeding scheme. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*. 59: 117-120.
- Perez-Enciso M, Foulley JL, Bodin L, Essen JM, Poivey JP, 1995. Genetic improvement of litter size in sheep. A comparison of selection methods. *Genet Sel Evol*, 27: 43-61.
- Quass RL, 1988. Additive genetic model with groups and relationships. *J Dairy Sci*. 71: 1338-1345.
- Toro MA, Jurado JJ, Alonso A, 1986. The selection for prolificacy in Spanish sheep breeds. US-Spain joint seminar on sheep breeding. Zaragoza. 10-14 de Noviembre 1986: 76-106.
- Van Taseel TC, Van Vleck LD, 1990. Estimates of genetic selection differentials and generation for four paths of selection. *J. Dairy Sc*. 74: 1078-1086.

(Aceptado para publicación el 20 de abril de 2007)