

Descomposición de la producción de leche de ovejas de raza Assaf en partes atribuibles al manejo y al genotipo. Una herramienta práctica

J.J. Jurado¹ y M.A. Jiménez

Departamento de Mejora Genética Animal. INIA. Ctra. de La Coruña, Km. 7,5. 28040 Madrid

Resumen

La raza Assaf cuenta con un programa nacional de mejora genética basado en el incremento de la producción de leche por lactación y el incremento de la calidad de la misma. En este trabajo se presenta una herramienta simple para descomponer el valor fenotípico medio anual del carácter producción de leche tipificada a 150 días en causas atribuibles a factores ambientales y al genotipo de los animales, utilizando los datos productivos (512.889 lactaciones de 204.050 ovejas distintas), genealógicos y las valoraciones genéticas oficiales de la raza (209.849 animales valorados). La valoración genética se realiza empleando la metodología BLUP, utilizando un modelo animal con medidas repetidas que incluye efectos ambientales proporcionados por el ganadero (manejo: alimentación, sanidad, organización, instalaciones, etc.), efectos ambientales no proporcionados por el ganadero (número de lactación, tipo de parto, intervalo entre el parto y el primer control), el efecto genético aditivo y el efecto permanente de la oveja. Para un periodo de estudio de 19 años (1993-2011) los resultados muestran un incremento del 98% de la producción de leche. Este progreso es atribuible en un 7,7% a los factores ambientales no proporcionados por el ganadero y un 36,5% al manejo proporcionado por el ganadero, y en un 55,8% a la mejora genética. Los ganaderos han hecho un esfuerzo importante para mejorar la producción de los animales mejorando el manejo de sus explotaciones y logrando un progreso genético notable, que en el año 2008 supera por primera vez a la mejora por manejo.

Palabras clave: Ovino de leche, factores ambientales, progreso genético.

Abstract

Decomposition of Assaf sheep milk production in parts attributable to environmental factors and genotype. A practical tool

The Assaf sheep breed has a national breeding program based on increasing milk production per lactation and quality. This research attempts to present a simple tool to decompose the average annual value of 150d standardized milk yield in factors attributable to the environment and the genotype of the animals, using production data (512.889 lactations of 204.050 ewes), pedigree information and official genetic evaluation of the breed (209.849 animals). The genetic evaluation is performed using BLUP methodology, using an animal model with repeated measures including environmental effects controlled by the farmer (feeding, health, management, facilities), environmental effects not controlled by the farmer (lactation number, type of birth, interval between lambing and the first control), the additive genetic effect and the permanent effect of de ewe. For a study period of 19 years (1993-2011) the results show a 98% increase in milk production. This progress is attributable to the uncontrolled factors

1. Autor para correspondencia: jurado@inia.es
<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2013.020>

(7.7%), the controlled factors (36.5%) and the breeding program (55.8%). Farmers have made major efforts to improve animal production by improving the management of their farms and achieving a remarkable genetic progress that in 2008 exceeds for the first time to improve handling.

Key words: Dairy sheep, environmental factors, genetic progress.

Introducción

El objetivo final de todo programa de selección genética es lograr que la producción objeto de selección sea atribuible, en la mayor parte posible, a la acumulación de combinaciones genéticas favorables al carácter. De este modo nos aseguramos que las buenas características observadas en los reproductores se transmiten y perpetúan en la descendencia. Están ya muy estudiados los principios de la mejora genética animal de forma que no queda mucho espacio para diseñar un programa de mejora genética que sea más eficaz que otros ya en funcionamiento.

La medida del progreso genético que se alcanza en el transcurso de los años indica lo acertado que ha sido el programa de selección en todos los aspectos en que se incidió: elección de reproductores, apareamientos dirigidos y metodología de valoración genética. Esta medida se suele calcular mediante la llamada "tendencia genética", que no es más que la relación entre el valor genético medio de los animales nacidos en un período de tiempo concreto frente a la unidad de tiempo, que generalmente es el año. Una cuantificación de esta tendencia se puede calcular mediante el coeficiente de regresión de dicha relación. Se suele expresar como porcentaje de la media fenotípica, lo que permite su comparación con otros programas de mejora genética.

Varias son las razas ovinas españolas que cuentan con programas de mejora genética para producción láctea. Los progresos genéticos alcanzados se sitúan en el 2,52% y en el 0,84% de la media fenotípica general en el caso de la raza Latxa (Legarra et al., 2003) y

la raza Manchega (Jurado et al., 2006), respectivamente. En el caso particular de la raza Assaf y según datos de la última valoración genética, el progreso genético fue del 2,01% de la media fenotípica general (Jurado y Jiménez, 2012).

Es normal que con el devenir de los años los ganaderos hagan un esfuerzo (inversiones) para conseguir que sus animales estén mejor alimentados, mediante un diseño de raciones alimenticias equilibradas, un estado sanitario adecuado y una organización óptima del rebaño. Este conjunto de actividades se conoce como manejo y en ausencia de mejora genética es la única forma de incrementar la productividad de los rebaños.

En determinadas circunstancias, es conveniente evaluar qué parte del progreso fenotípico es atribuible a causas genéticas y qué parte es debida a los cambios en el medio ambiente en el que producen los animales. Esta descomposición debe también incluir aquella parte del medio ambiente que no es controlada por el ganadero pero que puede influir, a veces de forma considerable, en la producción fenotípica. El propósito de este trabajo es presentar una forma simple de descomponer el valor fenotípico medio anual de un carácter en causas atribuibles al genotipo de los animales, al manejo proporcionado por el ganadero y a los factores ambientales no proporcionados por el ganadero, calculando los porcentajes de cada componente. Se aplica al caso concreto del programa de mejora genética de la raza ovina de leche Assaf en España (ASSAFE) (MARM, 2011). No se tiene conocimiento de que este tipo de estudio se haya realizado en otras razas españolas, poniendo de manifiesto lo novedoso de este trabajo.

Material y métodos

Para la confección de este artículo se ha utilizado la base de datos del Control Lechero oficial de la raza Assaf, que incluye 512.889 lactaciones de 204.050 ovejas distintas (datos de producción empleados en la última valoración genética de la raza). En cada lactación se contemplan una serie de efectos fijos que interaccionan con el genotipo de las ovejas para dar lugar al fenotipo medido (producción de leche tipificada a 150 días (L150)). Asimismo, se utilizan los datos del Libro Genealógico de la raza como fuente de información para la valoración genética. Dicha información se refiere a 209.849 animales con 3.338 padres conocidos y 50.202 madres conocidas².

Se utilizan las valoraciones genéticas oficiales publicadas en el 5º Catálogo de Reproductores de la raza (Jurado y Jiménez, 2012). Dichas valoraciones están calculadas mediante la metodología BLUP usando un modelo animal con medidas repetidas (Jurado et al., 1991). En el modelo de valoración genética se pretende incluir como factores proporcionados por el ganadero (manejo) la alimentación, la sanidad, la organización de las actividades en el rebaño, las instalaciones etc., medidos mediante los efectos rebaño, año de parto y mes de parto e integrados en un solo factor denominado rebaño-año-estación (RAE). Como factores no proporcionados por el ganadero se incluyen otros efectos (OE): el número de lactación, el tipo de parto, y el intervalo entre el parto y el primer control. Por último se incluye el efecto genético de la oveja (VG) y el efecto permanente (incluido en el grupo OE).

También son necesarias las estimas de los efectos fijos. Son estimas mínimo cuadráticas

que la metodología BLUP estima junto con la predicción de los valores genéticos. Los parámetros genéticos necesarios son los mismos que se han utilizado en la valoración genética (heredabilidad y repetibilidad). Los valores utilizados fueron de 0,20 y 0,40 respectivamente (Jiménez y Jurado, 2010). Si en la valoración se emplean grupos genéticos para sustituir la genealogía faltante, éstos serán considerados como progenitores virtuales.

El método utilizado está basado en la expresión de Ducroq (1990) que se ha modificado para incluir medidas repetidas y el efecto permanente. En la figura 1 se presentan estas expresiones completas. Se muestran las relaciones que existen entre las distintas fuentes de información utilizadas para la predicción del valor genético de los animales usando la metodología BLUP bajo un modelo animal con medidas repetidas. Se distingue entre sementales [B], hembras [A] o efecto permanente de la hembra [C].

La expresión [A] está formada por varias partes según las fuentes de información utilizadas:

1. La primera parte es la suma de la producción de cada lactación corregida por los efectos ambientales correspondientes.
2. La segunda parte consta de tres sumandos:
 - a) El primero es el valor genético de la oveja ponderado por el número de lactaciones, el número de padres conocidos y el número de hijos (ponderado a su vez de forma distinta si se conoce la pareja de la madre o no).
 - b) El segundo es el valor genético medio de los padres ponderados por el número de padres conocidos.

2. ASSAFE lleva a cabo pruebas de ADN de los animales inscritos en el Libro Genealógico de la raza con el fin de realizar la asignación/exclusión de parentesco. Estas pruebas están basadas en el análisis de marcadores de ADN tipo microsatélite seleccionados de la lista de marcadores propuesta por la ISAG y la FAO para la caracterización genética en la especie ovina (se usa un total de 19 marcadores por individuo).

-Se asume un modelo animal con medidas repetidas.
 -Si se definen grupos genéticos éstos se consideraran como padres virtuales

[A] PARA HEMBRAS:

$$\sum_{j=1}^{j=N_r} (y_j - \mu - RAE_j - \sum_{k=2}^{k=N_b} b_{jk} - \epsilon_p) - (N_r + \alpha d_i + \sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h) u_i + \left(\alpha d_i \frac{1}{2} (u_p + u_m) \right) + \left(\sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h \left[2 \left(u_h - \frac{1}{2} u_c \right) \right] \right) = 0 \tag{7}$$

$$\tag{1} \tag{3} \tag{4} \tag{5} \tag{8} \tag{2} \tag{9} \tag{10} \tag{11} \tag{12} \tag{13} \tag{14} \tag{15}$$

[B] PARA SEMENTALES:

$$-\left(\alpha d_i + \sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h \right) u_i + \alpha d_i \frac{1}{2} (u_p + u_m) + \left(\sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h \left[2 \left(u_h - \frac{1}{2} u_c \right) \right] \right) = 0 \tag{10}$$

$$\tag{9} \tag{10} \tag{11} \tag{12} \tag{13} \tag{14} \tag{15}$$

[C] PARA EL EFECTO PERMANENTE:

$$-(N_r + \gamma) \epsilon_p + \sum_{j=1}^{j=N_r} (y_j - \mu - RAE_j - \sum_{k=2}^{k=N_b} b_{jk}) - N_r u_i = 0 \tag{1}$$

$$\tag{2} \tag{17} \tag{8} \tag{1} \tag{3} \tag{4} \tag{5} \tag{16}$$

Dónde:

- (1) y = Valores de las medidas repetidas de una hembra (i)
- (2) N_r = Número de medidas repetidas
- (3) μ = Estima BLUP de la media de la población
- (4) RAE_j = Estima BLUP del efecto Rebaño-años-mes de parto (j)
- (5) b = Estimaciones de otros efectos fijos (jk)
- (6) N_b = Número total de otros efectos fijos
- (7) N_h = Número total de hijos del animal
- (8) ϵ_p = Efecto permanente
- (9) α = Razón de la varianza residual y genética ($\alpha = (1-h^2)/h^2$)

$$(10) d_i = \begin{cases} 2 & \text{Los dos padres conocidos} \\ 4/3 & \text{Un padre conocido} \\ 1 & \text{Ningún padre conocido} \end{cases}$$

$$(11) d_h = \begin{cases} 2 & \text{Pareja del padre (madre) conocida} \\ 4/3 & \text{Pareja del padre (madre) desconocida} \end{cases}$$

- (12) u_p = Valor genético predicho del padre del animal i.
- (13) u_m = Valor genético predicho de la madre del animal i
- (14) u_h = Valor genético predicho de un hijo del animal i.
- (15) u_c = Valor genético predicho de la pareja del padre (madre) (i).
- (16) u_i = Valor genético predicho de la hembra (semental) (i)
- (17) γ = Razón de la varianza residual y varianza efecto permanente ($\gamma = (1-r)/r-h^2$)

Figura 1. Relación entre las distintas fuentes de información utilizadas para la predicción del valor genético de los animales mediante la metodología BLUP.

Figure 1. Relationship between the different sources of information used for the prediction of the animal genetic value using BLUP methodology.

- c) El tercero es la suma del valor genético de los hijos, corregidos por la mitad del valor genético de la pareja de la madre, y ponderado a su vez de forma distinta si se conoce la pareja de la madre o no.

En el caso de las expresiones para sementales [B] y el efecto permanente [C] sus componentes son semejantes a los de las hembras. Cuestión importante es el cálculo de las predicciones de los efectos permanentes que no se suelen calcular junto a las valoraciones genéticas para evitar un excesivo número de ecuaciones. Para ello se usa la expresión [C].

La utilización de estas expresiones para cada animal, según los casos, permite obtener las tres componentes que se necesitan para explicar la suma de las lactaciones de cada oveja (medidas repetidas), y éstas serían:

1. Valor genético que será la suma de las componentes genéticas, que en la expresión de las hembras [A] es:

$$-\left(N_r + \alpha d_i + \sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h\right) u_i + \left(\alpha d_i \frac{1}{2} (u_p + u_m)\right) + \left(\sum_{h=1}^{h=N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h \left[2\left(u_h - \frac{1}{2} u_c\right)\right]\right)$$

2. Valor de los efectos ambientales proporcionados por el ganadero, que en la expresión [A] es:

$$\sum_{j=1}^{j=N_r} (-RAE_j)$$

3. Valor de los efectos ambientales no proporcionados por el ganadero, que en la expresión [A] es:

$$\sum_{j=1}^{j=N_r} \left(-\mu - \sum_{k=2}^{k=N_b} b_{jk} - \epsilon_p\right)$$

Para poder utilizar esta metodología en todos los animales de una población se han elaborado una serie de programas informáticos (DESCMANEJO)³ que permiten calcular esta descomposición, bien para algunos animales concretos, bien para toda la población. Como parte de la información de entrada de este programa han de figurar la genealogía completa, las lactaciones de cada oveja, las valoraciones genéticas de machos y hembras y las estimas de los efectos ambientales. En el anexo 1 se proporcionan los cálculos necesarios para obtener los porcentajes del valor fenotípico de una oveja atribuibles a los efectos ambientales (RAE y OE), al propio animal y a los parientes más próximos (hijos y padres). En el anexo 2 se repite el proceso pero tomando como ejemplo un semental concreto.

Resultados y discusión

Los resultados más interesantes que se pueden obtener son:

1. Descomposición detallada del valor fenotípico y genético de algunos animales concretos por su interés como reproductores.
2. Descomposición del progreso fenotípico observado en una población en partes atribuibles al RAE, OE y VG. En este punto es necesario calcular el valor medio de cada uno de los componentes para los animales que parieron en un año concreto. En la figura 2 se presenta la descom-

3. Estos programas están disponibles bajo petición a los autores.

posición del progreso fenotípico anual en partes atribuibles a estos efectos para el caso de la raza Assaf considerando el año

1993 como base⁴ (valores medios corregidos respecto al año base o de referencia de L150, RAE, OE y VG).

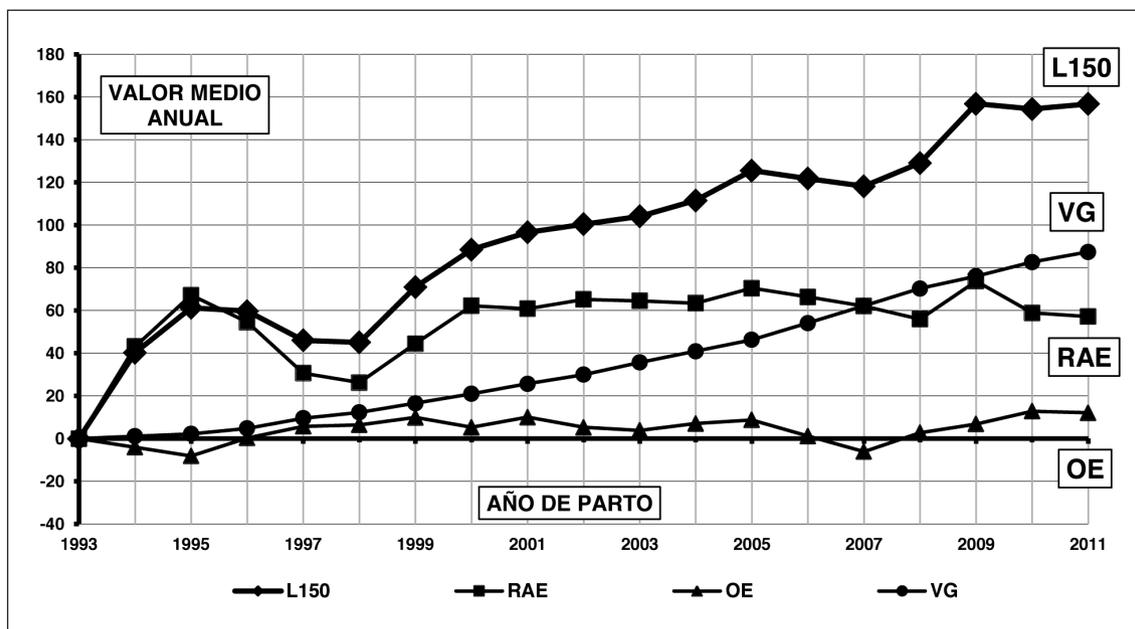


Figura 2. Valores medios anuales con respecto al año 1993 de la producción de leche en 150 días (kg) (L150), manejo (RAE), otros efectos (OE) y genotipos (VG) de las ovejas.

Figure 2. Annual means values relative to year 1993 of 150d standardized milk yield (kg) (L150), management (RAE), other effects (OE) and genotypes (VG) of sheep.

El incremento de L150 desde el año 1993 hasta el 2011 se cifra en 156,8 kg, pues pasa de 159,4 kg en 1993 a 316,2 kg en 2011, suponiendo un incremento de un 98%. El progreso atribuible a OE (número de lactación, tipo de parto, intervalo entre el parto y el primer control, y efecto permanente) supone 12,1 kg (un 7,7% del incremento total). El

progreso atribuible al RAE (alimentación, sanidad, organización, etc.) ha supuesto una ganancia hasta 2011 de 57,2 kg (un 36,5% del incremento total). Por último, la ganancia atribuible a la mejora genética (VG) propiamente dicha ha sido de 87,5 kg lo que supone un 55,8% de la ganancia fenotípica en ese año. La conclusión que se puede extraer

4. En aquellos casos en que las diversas lactaciones de una oveja ocurren en años diferentes, puede haber una cierta discrepancia entre la media de las lactaciones y la suma de todos los efectos de la descomposición (Media, RAE, efecto permanente, otros efectos ambientales y valor genético). La razón es que la valoración genética se hace en base a todas las lactaciones de un animal, pero en la media anual solo se incluye las lactaciones de ese año. Este efecto, que es muy evidente cuando hay pocos animales, se diluye cuando su número aumenta y la relación del número de lactaciones y número de ovejas tiende a uno 1.

de la figura 2 es que los ganaderos han hecho un gran esfuerzo para aumentar la producción de sus animales. Han mejorado el manejo de forma importante, pero sobre todo han logrado un progreso genético notable, de forma que consiguen producir leche de forma eficiente y no basada únicamente en una buena organización de su manejo.

Este estudio se puede hacer para cada rebaño de forma individual. De esta forma el ganadero puede conocer si su nivel de producción

es debido, por ejemplo, a la alimentación o a su genética. En el primer caso estaría produciendo una leche "cara" (los animales producen porque comen más, pero son poco eficientes transformando el alimento en leche). En el segundo caso los animales son más eficientes ya que el nivel alimenticio puede ser más bajo para obtener la misma producción.

En la figura 3 se presentan los datos correspondientes a un rebaño real (Ganadero A) que ha aumentado su producción mejorando

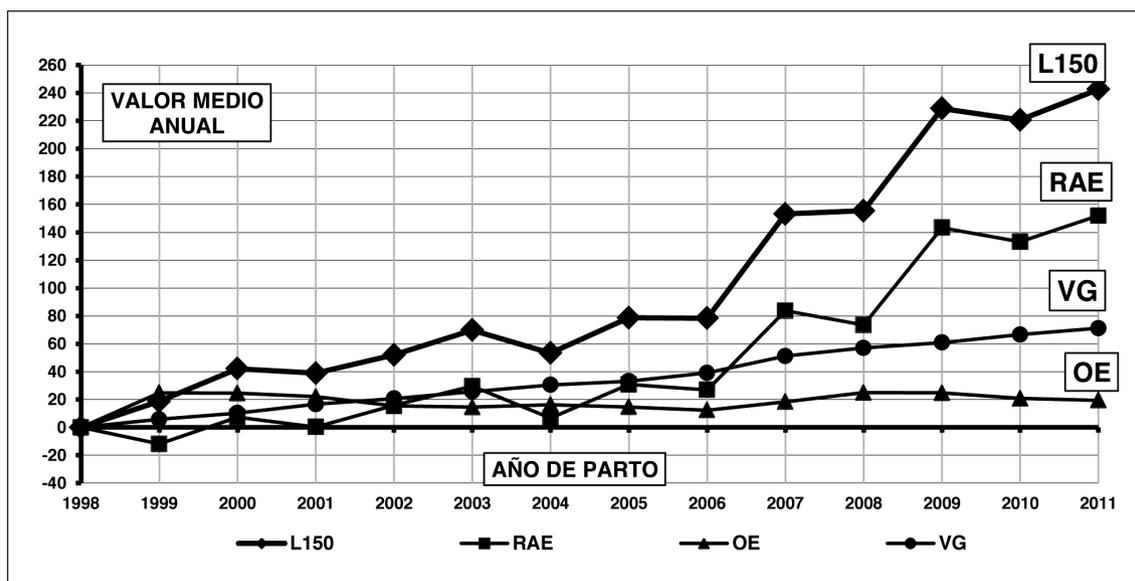


Figura 3. Valores medios anuales con respecto al año 1998 de la producción de leche en 150 días (kg) (L150), manejo (RAE), otros efectos (OE) y genotipos (VG) de las ovejas (Ganadero A).

Figure 3. Annual means values relative to year 1998 of 150d standardized milk yield (kg) (L150), management (RAE), other effects (OE) and genotypes (VG) of sheep (Livestock A).

el manejo y haciendo poca presión en la mejora genética. Este ganadero consigue una cantidad elevada de leche (L150) en el año 2011 (un incremento de 243 kg) pero a un precio elevado, pues por mejora del manejo (RAE) obtiene 152 kg y por mejora genética (VG) solo 71 kg. Este ganadero produce mucha leche debido a factores ambientales.

En la figura 4 se presenta la misma información para otro rebaño real (Ganadero B) que, a nuestro entender, ha conseguido incrementar la producción de leche mejorando la eficiencia. La mejora en producción de leche (L150) es sustancial (135 kg en 17 años). Esta mejora es atribuible, fundamentalmente, a la mejora genética (VG) (101 kg), pues el au-

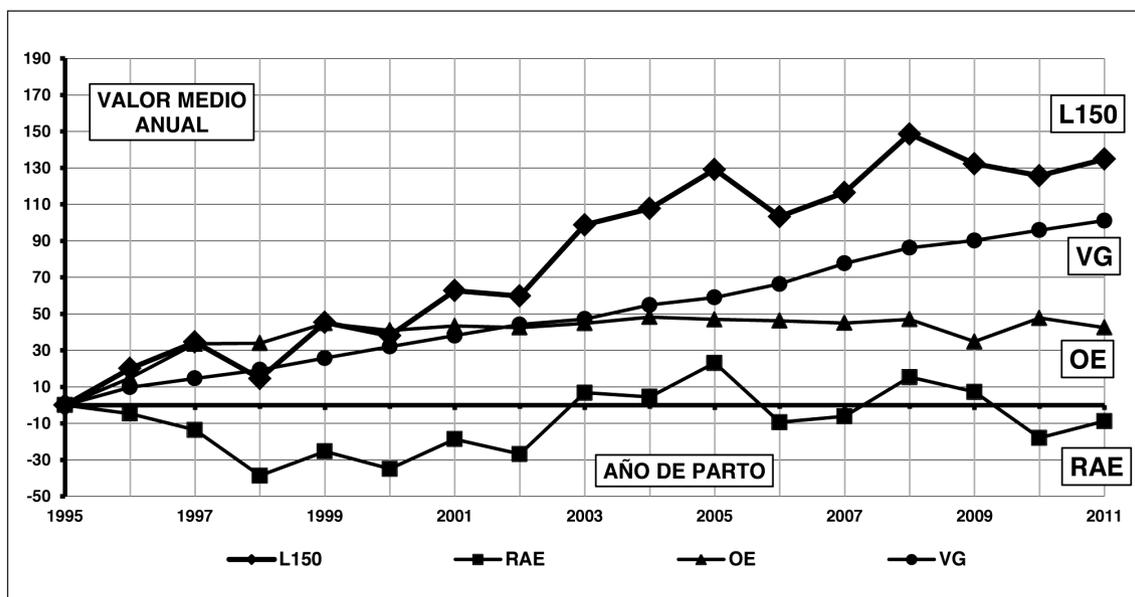


Figura 4. Valores medios anuales con respecto al año 1995 de la producción de leche en 150 días (kg) (L150), manejo (RAE), otros efectos (OE) y genotipos (VG) de las ovejas (Ganadero B).
 Figure 4. Annual means values relative to year 1995 of 150d standardized milk yield (kg) (L150), management (RAE), other effects (OE) and genotypes (VG) of sheep (Livestock B).

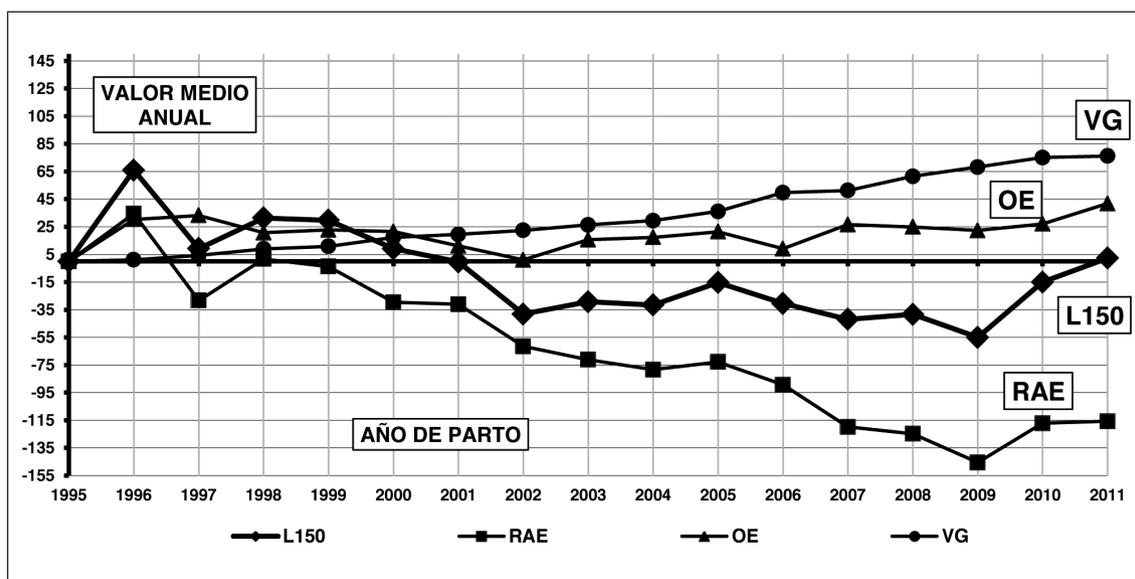


Figura 5. Valores medios anuales con respecto al año 1995 de la producción de leche en 150 días (kg) (L150), manejo (RAE), otros efectos (OE) y genotipos (VG) de las ovejas (Ganadero C).
 Figure 5. Annual means values relative to year 1995 of 150d standardized milk yield (kg) (L150), management (RAE), other effects (OE) and genotypes (VG) of sheep (Livestock C).

mento de leche atribuible al manejo (RAE) es bajo (-9 kg). Este ganadero consigue leche de forma más eficiente que el caso anterior.

Por último, en la figura 5 se presentan los resultados de un ganadero (Ganadero C) en el que se ha producido un deterioro del manejo. El incremento de su producción (L150) es inexistente en el año 2011, debido a que el manejo (RAE) resta 116 kg a la producción en ese año, aunque sus animales han mejorado genéticamente (VG) en 76 kg. Esto es una demostración de que no basta con hacer mejora genética sino que, además, es necesario complementarla con un buen manejo. No es suficiente que los animales sean eficaces en transformar el alimento en leche, sino que debe haber alimento que transformar.

Conclusiones

La aplicación de la metodología expuesta en este trabajo proporciona una herramienta idónea para transmitir a los ganaderos los resultados obtenidos en su explotación de una forma fácilmente entendible por su aspecto gráfico. De esta forma puede valorar su aportación al esfuerzo que la raza en su conjunto ha llevado a cabo para mejorar la rentabilidad de la misma.

Por otro lado, y al suministrar a cada ganadero la representación gráfica correspondiente a su rebaño particular, éste puede obtener conclusiones acerca de lo adecuado de su nivel de manejo y de la calidad genética de su ganado, pudiendo tomar medidas que permitan corregir aspectos limitantes de la rentabilidad de su explotación. La información más detallada que el ganadero recibe de sus animales explica el valor fenotípico de cada uno de ellos y facilita la elección de los reproductores.

En relación a los resultados obtenidos en toda la población de la raza Assaf se pueden destacar varios aspectos:

1. El programa de mejora genética actualmente vigente en la raza Assaf ha tenido éxito al incrementar la producción media anual de leche (L150). En los últimos 19 años este incremento ha sido de un 98%.
2. Una buena parte de esta mejora ha sido debida al esfuerzo de los ganaderos que han proporcionado a su ganado una mejor alimentación y sanidad, así como una mejor organización del trabajo. Este esfuerzo ha supuesto un 35,5% de la mejora total.
3. Finalmente, una buena parte de la leche media obtenida cabe atribuirlo a la mejora genética (un 55,8%). En el año 2008, el progreso genético supera por primera vez al progreso por manejo.

Anexo 1. Descomposición del valor genético de las hembras en partes atribuibles a efectos hijos, padres e hijos (información particular de la oveja = XXX080049)

Annex 1. Decomposition of value genetic females in part attributable to fixed effects, parents and sons (information particular to sheep = XXX080049)

(1) CÓDIGO DE LA HEMBRA	(9) EFECTO PERMANENTE
(2) VALOR GENÉTICO BLUP	(10) NÚMERO MEDIDAS REPETIDAS
(3) PONDERACIÓN DEL VALOR GENÉTICO DE LA HEMBRA	(11) VALOR GENÉTICO MEDIO DE LOS PADRES
(4) SUMA DE LAS PRODUCCIONES DE LA HEMBRA	(12) PONDERACIÓN DE (11)
(5) NÚMERO DE MEDIDAS REPETIDAS	(13) NÚMERO DE HIJOS DE LA HEMBRA
(6) VALOR ESTIMADO DE LA MEDIA	(14) SUMA DEL VG DE CADA HIJO CORREGIDO POR EL PADRE Y PONDERADO
(7) SUMA DE LAS ESTIMAS DEL EFECTO RAE	(15) PONDERACIÓN DE (14)
(8) SUMA DE LAS ESTIMAS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES RESTANTES	(16) VALOR GENÉTICO DE LA HEMBRA COMO SUMA DE SU DESCOMPOSICIÓN PONDERADA (=2)

DESCOMPOSICIÓN DE LA OVEJA XXX080049. SALIDA PROPORCIONADA POR EL PROGRAMA:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
xxx080049	68.652	(12.0)	945.505	(2)	230.452	4.050	21.901	110.451	(2)	57.606	(8.0)	1	125.225	(2.0)	68.652

FÓRMULAS APLICABLES:

$$\sum_{i=1}^{N_r} (y_i - \mu - RAE_j - \sum_{k=1}^2 b_{jk} \cdot \epsilon_p) - (N_r + \alpha_d + \sum_{i=1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha_{d_i}) u_i + (\alpha_d + \frac{1}{2} (u_p + u_m)) + (\sum_{i=1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha_{d_i} [2(u_r - \frac{1}{2} u_c)]) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{N_r} y_i = \sum_{i=1}^{N_r} \mu + \sum_{j=1}^{N_r} RAE_j + \sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^{N_r} b_{jk} \cdot \epsilon_p + (N_r + \alpha_d + \sum_{i=1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha_{d_i}) u_i - (\alpha_d + \frac{1}{2} (u_p + u_m)) - (\sum_{i=1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha_{d_i} [2(u_r - \frac{1}{2} u_c)])$$

CÁLCULOS:

945,50 =	(230,45x2) + 21,90	+	4,05	+	(110,45x2)	+	68,65 x 12,0	-	57,60 x 8,0	-	125,22x1,0
	482,80		(0,43%)		220,90		(823,80)		(460,80)		(125,22)
	482,80	+	4,05	+	220,90	+			237,78		
	(51,06%)		(0,43%)		(23,36%)				(25,14%)		

237,78 = 823,80 - 460,80 - 125,22 (Es la parte de la producción explicada por los genes de individuo) ϕ
460,80 es la parte del genotipo aditiva (explicada por los padres) $\frac{1}{2}(u_p + u_m)$ (ponderada por α_d)
125,22 es la parte del genotipo aditiva (explicada por los hijos) $\frac{1}{2}(u_r - \frac{1}{2}u_c)$ (ponderada por $\sum \frac{1}{4}\alpha_{d_i}$)

ELEMENTO EN LA DESCOMPOSICIÓN

Anexo 1. Descomposición del valor genético de las hembras en partes atribuibles a efectos fijos, padres e hijos
(información particular de la oveja = XXX080049) (continuación)

Annex 1. Decomposition of value genetic females in part attributable to fixed effects, parents and sons
(information particular to sheep = XXX080049) (continuation)

Obtención del peso de cada parte del genotipo (individuo, padres e hijos):

$$823,80 = 237,78 + 460,80 + 125,22$$

$$(100\%) = (28,86\%) + (55,93\%) + (15,20\%)$$

Descomposición final:

$$945,50 = 482,80 + 4,05 + 220,90 + (237,78 \times 0,2886) + (237,78 \times 0,5593) + (237,78 \times 0,1520)$$

$$945,50 = 482,80 + 4,05 + 220,90 + 68,62 + 132,99 + 36,14$$

$$(51,06\%) (0,43\%) (23,36\%) (7,26\%) (14,06\%) (3,82\%)$$

% de la producción debida a los otros efectos fijos	51,06%
% de la producción debida al efecto RAE	0,43%
% de la producción debida al efecto permanente	23,36%
% de la producción debida al genotipo del animal	7,26%
% de la producción debida a los padres	14,06%
% de la producción transmitida a los hijos	3,82%

Anexo 2. Descomposición del valor genético de los sementales en partes atribuibles a padres e hijos
 (información particular del semental = YYY050803)
 Annex 2. Decomposition of the value genetic sire in part attributable to fathers and sons
 (particular information from the sire = YYY050803)

(1) CÓDIGO DEL SEMENTAL	(2) VALOR GENÉTICO BLUP DEL SEMENTAL	(3) PONDERACIÓN VALOR GENÉTICO DEL SEMENTAL	(4) VALOR GENÉTICO MEDIO DE LOS PADRES	(5) PONDERACIÓN DE (4)	(6) NÚMERO DE HIJOS DEL SEMENTAL	(7) SUMA DEL VG DE CADA HIJO CORREGIDO POR LA MADRE Y PONDERADO	(8) SUMA DE PONDERACIONES DE (7)	(9) VALOR GENÉTICO DEL SEMENTAL COMO SUMA DE SU DESCOMPOSICIÓN PONDERADA
YYY050803	-1.0924	(13.3)	3.214	(8.0)	3	-40.280	(5.3)	-1.0924

$$r^2=0.2 \quad r=0.4$$

DESCOMPOSICIÓN SEMENTAL YYY050803. SALIDA PROPORCIONADA POR EL PROGRAMA:

FÓRMULAS APLICABLES:

$$-\left(\alpha d_i + \sum_{1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h\right) u_i + \left(\alpha d_i \frac{1}{2} (u_p + u_m)\right) + \left(\sum_{1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h [2(u_h - \frac{1}{2} u_c)]\right) = 0$$

$$u_i = \left[1, 0 / \left(\alpha d_i + \sum_{1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h\right)\right] \left[\alpha d_i \frac{1}{2} (u_p + u_m) + \sum_{1}^{N_h} \frac{1}{4} \alpha d_h [2(u_h - \frac{1}{2} u_c)]\right]$$

ELEMENTO EN LA DESCOMPOSICIÓN

CÁLCULOS:

SEMENTAL:
 $u_i = -1,0924$

PADRES:
 $\alpha = 4,0$
 $d_i = 2,0$ (padre y madre conocidos)
 $u_p = 0,4698$
 $u_m = 5,959$

$\frac{1}{2}(u_p + u_m) = 3,214$
 $\alpha d_i = 8,0$

Anexo 2. Descomposición del valor genético de los sementales en partes atribuibles a padres e hijos
(información particular del semental = YYY050803) (continuación)

Annex 2. Decomposition of the value genetic sire in part attributable to fathers and sons
(particular information from the sire = YYY050803) (continuation)

HIJOS:

HIJA 1.-Con solo el padre conocido $d_h = 1,333$

HIJA 2.-Con padre y madre conocidos $d_h = 2,0$

HIJA 3.-Con padre y madre conocidos $d_h = 2,0$

$\sum \% ad_h = 5,33$

MADRES DE LAS HIJAS:

HIJA 1.- $u_h = 1,779$ $u_c = 2,707$

HIJA 2.- $u_h = 11,699$ $u_c = 33,458$

HIJA 3.- $u_h = 6,647$ $u_c = 23,943$

$\sum \% ad_h \cdot 2[(u_h - \%u_c)] = 1,333x(+0,851) + 2,0x(-10,06) + 2,0x(-10,64) = -40,26$

$u_i = [1,0/(8,0+5,33)] [(8,0x3,214) + (-40,26)]$

$u_i = (1/13,33)(25,712 - 40,26) = -1,0924$

En la predicción del valor genético de este semental:

el 38,9% es explicado por los padres $[25,712/(25,712+40,26)]$

el 61,0% es explicado por los hijos $[40,26/(25,712+40,26)]$

Bibliografía

- Ducrocq V, 1990. Les techniques d'évaluation génétique des bovins laitiers. *INRA Prod. Anim.* 3(1): 3-16.
- Jiménez MA, Jurado JJ, 2010. Programa nacional de selección genética de la raza ovina Assaf española. XV Reunión Nacional de Mejora Genética Animal. Vigo (España).
- Jurado JJ, Hernández D, Serrano M, 1991. Catálogo de software de interés en agricultura. Fundesco, IRYDA, MAPA, programa 248 BLUP-AM, 142 pp.
- Jurado JJ, Serrano M, Pérez-Guzmán MD, 2006. Análisis del progreso genético obtenido en el esquema de selección de la raza ovina Manchega. *ITEA* 102 (1): 41-54.
- Jurado JJ, Jiménez MA, 2012. 5º Catálogo nacional de reproductores de la raza ovina Assaf española.
- Legarra A, Ugarte E, Arrese F, 2003. Análisis del progreso genético en el esquema de mejora de la raza Latxa. *ITEA* 99 (3): 192-202.
- MARM, 2011. Programa de Mejora de la Raza ovina Assaf. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 28 pp.

(Aceptado para publicación el 16 de abril de 2013)