

FACTORES AMBIENTALES Y GENETICOS QUE INFLUYEN EN LA PROLIFICIDAD DE LA OVEJA CHURRA Y ANALISIS DE LA CORRELACION ENTRE LA PRODUCCION LACTEA Y LA PROLIFICIDAD

Por J. A. Carriedo y
F. San Primitivo

INTRODUCCION

En los rebaños de ovejas de raza Churra, la producción mixta carne-leche ofrece frecuentemente un gran interés económico.

A la hora de considerar el rendimiento productivo de estos rebaños, tienen una gran importancia, por una parte los caracteres reproductivos, especialmente la prolificidad, y por otra parte, la producción láctea.

Para establecer una estrategia destinada a la mejora genética, así como en los índices de selección, se deberán conocer los parámetros genéticos, fenotípicos y ambientales, de la prolificidad y producción láctea.

En este contexto, en el presente trabajo nos hemos propuesto como objetivos, por un lado, estudiar los factores ambientales, la repetibilidad y la heredabilidad de la prolificidad, así como, por otro lado, establecer la relación entre la producción láctea y la prolificidad, determinando los factores de convariación ambiental que influyen en esta relación.

En el presente trabajo, aunque en determinados análisis figuran resultados relativos a los parámetros genéticos y ambientales de la producción láctea, no se hace referencia a ellos en la «discusión» al haber ya sido considerados anteriormente⁵.

En el apartado de Resultados y Discusión se indican, separadamente, los siguientes «apartados» que se han analizado: 1.º factores ambientales, 2.º repetibilidad, 3.º heredabilidad, relativos todos ellos a la prolificidad, y 4.º análisis de los factores de convariación ambiental que influyen en la relación entre la producción láctea y la prolificidad. Este último aspecto referente a los factores de covariación ambiental es el que creemos de mayor interés en nuestro trabajo, centrándose en él nuestro principal objetivo.

An. Fac. Vet. León, 1981, 30, 101-109.

MATERIAL Y METODOS

Los análisis estadísticos se han llevado a cabo a partir de 4.015 registros, con controles genealógicos y productivos de tres rebaños de ovejas de raza Churra, pertenecientes dos de ellos a la Diputación de Burgos n.º 1 y n.º 2, y el tercero a la Diputación de Palencia, n.º 3.

El número de registros considerados en cada uno de los rebaños n.ºs. 1, 2 y 3, han sido respectivamente 2.082, 1.342 y 591. En la tabla n.º 1 figura para cada número de parto, el número de observaciones y de sementales incluidos en los análisis mediante los cuales se estimó la heredabilidad de la prolificidad.

TABLA N.º 1
Número de observaciones y de «sementales» referentes a cada uno de los cuatro primeros partos

N.º de parto	N.º de observaciones	N.º de sementales
1	1.465	41
2	1.162	34
3	826	30
4	562	26

La variable «prolificidad» se ha definido como el «tipo de parto» o «número de corderos por parto». El factor «número de parto» corresponde con el número secuencial o de orden de parto. Las producciones lácteas se han normalizado a lactaciones de 150 días de duración. Los datos genealógicos se han verificado utilizando como marcadores genéticos los polimorfismos bioquímicos, hemoglobina y transferrina.

Para llevar a cabo los análisis estadísticos se han seguido dos modelos matemáticos (n.º 1 y 2). En el n.º 1 todos los factores de variación se han considerado como «fijos» y en el modelo n.º 2 ha sido mixto (con factores fijos y aleatorios)¹³.

Mediante el modelo n.º 1 se han llevado a cabo dos tipos de análisis, estudiándose mediante el «primer» análisis los factores ambientales de la «prolificidad», y mediante el «segundo» se han analizado los factores de covariación ambiental que inciden en la relación entre producción láctea y prolificidad. En ambos análisis se han incluido conjuntamente todos los registros de los cuatro primeros partos.

A partir del modelo n.º 2 se ha efectuado un tercer tipo de análisis mediante el cual se ha estimado la heredabilidad de la prolificidad.

Modelo n.º 1:

$$y_{ijklm} = \mu + R_i + E_j + RE_{ij} + L_k + RL_{ik} + A_{l(i)} + bx_{ijklm} + e_{ijklm}$$

En este modelo, los términos R, E, y L, corresponden, respectivamente, a los factores de variación principales: rebaño, estación de parto y número de parto. El término A se refiere al factor año de parto, analizado dentro de cada rebaño. RE y RL son las interacciones del rebaño con la estación y número de parto.

En los dos tipos de análisis efectuados siguiendo este modelo se ha utilizado el método de mínimos cuadrados^{9, 8}.

En el primer tipo de análisis, mediante el modelo n.º 1, se han estudiado los factores de variación ambiental de la prolificidad considerándose en el análisis de varianza como única variable dependiente la prolificidad («y») y como variable independiente la edad al parto («x»). En el análisis se han incluido todos los registros disponibles (4.015).

En el segundo tipo de análisis realizado también siguiendo el modelo n.º 1, se ha estudiado mediante un análisis de varianza-covarianza, la relación entre la producción láctea y la prolificidad, correspondiéndose ambas características con las dos variables «y» y «x» del modelo n.º 1 y figurando las dos en el modelo como variables «dependientes»⁸. En este segundo análisis se han utilizado, únicamente, los 2.951 registros en los que figuraba información de ambas variables.

A partir de este análisis de varianza-covarianza, se ha determinado la influencia de cada factor de covariación en la relación entre ambas variables, estableciéndose un coeficiente que mide su importancia relativa. Así para un factor de covariación genérico, «C», este coeficiente de correlación (r_{yx}) se obtiene a partir de sus respectivos componentes de varianza y covarianza mediante la expresión:

$$r_{C_{yx}} = \frac{\sigma_{yx}}{\sigma_y \sigma_x}$$

El grado de relación entre la prolificidad y la producción láctea «dentro de» los factores considerados en el modelo n.º 1, se ha determinado a partir del coeficiente de correlación residual $r_{e_{yx}}$

Modelo n.º 2:

$$y_{ijklm} = \mu + R_i + E_j + RE_{ij} + A_{k(i)} + S_{l(i)} + bx_{ijklm} + e_{ijklm}$$

Los términos R, E, RE y A, se refieren a los factores ambientales ya indicados en el anterior modelo n.º 1. Se incluye además, un factor de tipo genético, «S», correspondiente al semental o progenitor masculino, el cual se considera subordinado al factor rebaño. « y_{ijklm} » y « x_{ijklm} », representan respectivamente la prolificidad (tipo de parto) y la «edad del parto» de la oveja «m», descendiente del semental «l», del rebaño «i», cuyo parto tuvo lugar en la estación «j», y en el año «k». La característica en estudio «y» se considera como variable dependiente y la «x» como independiente.

Este modelo n.º 2 se ha considerado «mixto», con el factor genético semental como aleatorio y los ambientales como «fijos». Las estimaciones de los componentes de varianza de los factores se han efectuado mediante el método de ajuste de constantes por mínimos cuadrados para el modelo mixto^{9, 8}. A partir del componente de varianza debido al factor «semental» y residual se han obtenido las estimaciones de la heredabilidad para el diseño básico de medios hermanos⁸.

A partir de las estimaciones de la heredabilidad obtenidas en cada uno de los cuatro primeros partos por separado, se ha efectuado una estimación media (ponderada), con objeto de utilizar conjuntamente la máxima información posible. La ponderación (de la media) se ha realizado considerando para cada una de las cuatro estimaciones, los grados de libertad de los componentes de varianza del semental y residual³.

SHELTON y MENZIES¹⁴ también han estimado la heredabilidad de la prolificidad ovina, utilizando conjuntamente registros de los distintos «números de parto», por lo que su estimación también tiene un sentido de «promedio». Este tipo de estimación «promedio» de la heredabilidad puede tener un interés práctico por su aplicación en determinados índices de selección (GABIÑA y BODÍN⁷).

Las estimaciones de los componentes de varianza y covarianza así como de la heredabilidad, se han obtenido utilizando el programa LSML/76 de HARVEY⁸, mediante el cual se han llevado a cabo los análisis estadísticos correspondientes a ambos modelos n.º 1 y n.º 2. Mediante el método general de mínimos cuadrados (LS) seguido en el programa LSML/76, se obtienen estimaciones de los componentes de varianza y covarianza «ajustadas o condicionales», en relación a los restantes factores incluidos en los modelos matemáticos, siendo este aspecto de notoria importancia en nuestras condiciones.

HARVEY¹⁰ se refiere a la problemática de los contrastes de hipótesis relativos a variables discretas, especialmente binomiales, cuando se sigue el método general de mínimos cuadrados. No obstante mediante la desigualdad de TSCHVICHEFF¹¹, ¹, se pueden establecer las correspondientes cotas de los estimadores si se conocen sus errores típicos.

En nuestro estudio, especialmente el análisis de los coeficientes de correlación de los factores de covariación ambiental, estimamos que presenta un interés debido a la importancia económica de los caracteres contemplados. En este sentido creemos que en nuestro análisis, al considerar un número relativamente suficiente de datos, la metodología utilizada nos permite establecer estimaciones puntuales de determinados coeficientes de factores de variación y covariación suficientemente adecuadas. No obstante, como se indica en el apartado de Resultados y Discusión, «siempre» se ha tenido en cuenta el tipo de función de distribución de la variable «prolificidad» al tratar de realizar inferencias, dada la falta de rigurosidad estadística.

El tratamiento informático ha sido realizado en el Centro de Cálculo del INIA (Madrid).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. En la tabla n.º 2 figuran los resultados del análisis de varianza de los *factores ambientales de la prolificidad* efectuados siguiendo el modelo n.º 1, indicando para cada factor de variación los grados de libertad, la media cuadrática (MC) y un «indicador aproximado» del nivel de significación.

TABLA N.º 2
Resultados del análisis estadístico de la prolificidad siguiendo el método de mínimos cuadrados para el modelo lineal n.º 1

Factor		g. de l.	MC (media cuadrática)	Cociente entre la MC del factor y MC residual	Significación aproximada (cota inferior)
Rebaño	R	2	0,59	3,7	*
Estación	E	3	0,55	3,4	*
N.º de parto	L	3	7,04	43,8	***
Año	A	18	1,94	12,2	***
Interacción Rebaño-Estación	RE	6	0,66	4,1	***
Interacción Rebaño-n.º parto	RL	6	0,27	1,7	N.S.
Residual	e	3.976	0,16		

El nivel de significación no tiene un carácter estadístico riguroso, dada la función de distribución probabilística de la variable, y únicamente se presenta como una «cota inferior» de dicho nivel, que en cierta medida pueda considerarse como un indicador de la importancia relativa del factor.

Nivel de significación estadística si la función de distribución hubiera sido «normal»:
 * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; N.S. $P > 0,05$.

Estos resultados de la tabla n.º 2 concuerdan con los obtenidos en un anterior trabajo (CARRIENDO y SAN PRIMITIVO⁴), en el que se utilizó, como estadístico de contraste en el análisis de los factores de variación, el «chi-cuadrado-combinado», que es específicamente aplicable a variables con función de distribución binomial¹⁵.

El factor número de parto ha mostrado una influencia sobre la prolificidad, explicando el 6% de la varianza total. La diferencia de prolificidad entre cada pareja de partos consecutivos, 1.º-2.º, 2.º-3.º, y 3.º-4.º, fueron respectivamente: 0,09, 0,11 y 0,08.

El factor «año de parto», subordinado al rebaño, también mostró una apreciable incidencia sobre la prolificidad (tabla n.º 2), asumiendo el 5,6% de la varianza total.

La interacción del factor «estación de parto» con el «rebaño» se manifestó como un factor influyente, mientras que cuando la «estación de parto» fue considerada como un factor de variación principal, su incidencia sobre la prolificidad fue menor, lo cual indica que aunque la estación de parto tiene un tipo de incidencia sobre la prolificidad que en parte es común a los tres rebaños considerados, su mayor importancia la manifiesta «dentro de» cada rebaño.

2. La estimación de la *repetibilidad de la prolificidad* se ha realizado a partir de la correlación fenotípica (r_p) así como mediante el coeficiente de correlación residual r_e . En la tabla n.º 3 figuran, para cada pareja de partos consecutivos, las estimaciones puntuales de la repetibilidad, r_e y r_p , con sus respectivos errores típicos.

TABLA N.º 3
Estimación de la repetibilidad de la prolificidad

Pareja de partos considerados	Tipo de correlación	
	Fenotípica (r_p)	Residual (r_e)
1.º-2.º	0,15 ± 0,031	0,09 ± 0,032
2.º-3.º	0,17 ± 0,035	0,10 ± 0,037
3.º-4.º	0,25 ± 0,040	0,16 ± 0,042

3. A partir de 4.015 registros y siguiendo el método de ajuste de constantes por mínimos cuadrados para el modelo lineal mixto n.º 2, se obtuvo como estimación de la *heredabilidad de la prolificidad*: $0,12 \pm 0,04$. Esta estimación, como se indicó en el apartado de Material y Métodos, corresponde a un promedio (ponderado) obtenido «dentro del factor número de parto».

Las estimaciones de la heredabilidad y repetibilidad de la prolificidad que hemos obtenido, son relativamente semejantes a los valores indicados para los correspondientes parámetros del ganado ovino por FLAMANT⁶ y SHELTON y MENZIES¹⁴.

Nuestras estimaciones y las indicadas por estos autores, parecen indicar que para el ganado ovino, los parámetros heredabilidad y repetibilidad de la prolificidad presentan valores considerados como bajos, por lo que cabe esperarse una cierta dificultad para lograr, mediante selección genética, una respuesta deseada⁶.

4. Los *factores de covariación (ambiental)* que influyen sobre la relación *entre la prolificidad y la producción láctea*, se han estudiado mediante un análisis de varianza-covarianza correspondiente al modelo n.º 1. En la tabla n.º 4 figuran los resultados de este análisis referente a la prolificidad y producción láctea, indicando para cada factor los grados de libertad, media cuadrática (MC), F» de Snedecor, y la «media de la suma de los productos cruzados» entre ambas variables (MPC).

TABLA N.º 4
Análisis de varianza-covarianza para la producción láctea y prolificidad siguiendo el método de mínimos cuadrados (LS)

Factor	g. de l.	Producción láctea			Prolificidad			MPC (media de productos cruzados)
		(media cuadrát.)	«F»	Nivel de signific.	(media cuadrát.)	Cociente MC factor MC resid.	Signific. aproximada (cota infe.)	
Rebaño R	2	15.978	14,3	***	0,75	4,9	**	93
Estación (E)	3	1.198	1,1	N.S.	0,62	4,0	**	—19
N.º parto (L)	3	26.556	23,7	***	6,38	41,9	***	362
Año A	18	23.104	25,1	***	1,47	9,6	***	96
Interacción RE	6	9.789	8,7	***	0,70	4,6	***	—30
Interacción RL	6	4.020	3,6	***	0,22	1,4	N.S.	—14
Residual (e)	2.912	1.120	—	—	0,15	—	—	1,57

Nivel de significación, aplicable únicamente con carácter de rigurosidad estadística a la producción láctea: **P \leq 0,01; ***P \leq 0,001; N.S. P $>$ 0,05.

El año y número de parto fueron los factores que tuvieron una mayor influencia sobre la producción láctea así como sobre la prolificidad, obteniéndose para ellos los mayores valores de la media cuadrática (MC) y del estadístico «F» (tabla n.º 4). Además, también se obtuvieron para ambos factores los valores más altos de la media de los productos cruzados MPC (tabla n.º 4), por lo que se cuantificó su importancia relativa como factores de covariación, en términos de coeficientes de correlación de los factores respectivos (tabla n.º 5).

En contrapartida, la «estación de parto», la interacción del «rebaño» con la «estación» y la interacción del «rebaño» con el «número de parto» no se mostraron

como factores de covariación para la producción láctea y la prolificidad estadísticamente significativos, siendo los correspondientes valores de sus medias de los productos cruzados (MPC) bajos (tabla n.º 5).

En la tabla n.º 5 figuran las correspondientes estimaciones de los coeficientes de correlación debidos a los factores de covariación «año», «número de parto», y «residual», así como de la correlación fenotípica. Para todos estos coeficientes, concernientes a la relación entre producción láctea y prolificidad, figura en la tabla número 5 sus estimaciones puntuales y errores típicos.

TABLA N.º 5
Coefficiente de correlación de los «factores de covariación»

Factor de covariación		Coeficiente de correlación \pm error típico	
Año	A	0,50 \pm 0,19	($r_{A,xx}$)
N.º de parto	L	0,91 \pm 0,12	($r_{L,xx}$)
Residual	e	0,12 \pm 0,018	($r_{e,xx}$)
Fenotípico	P	0,18 \pm 0,018	($r_{P,xx}$)

Variables consideradas: producción láctea «y» y prolificidad «x».

La correlación residual estimada «dentro de» los factores incluidos en el modelo n.º 1, así como la fenotípica (tabla n.º 5), fueron altamente significativas. El principal agente causal de esta correlación creemos que sea el número de corderos que maman debido a su efecto sobre la producción láctea^{12, 2}.

Las estimaciones que se han obtenido de los coeficientes de correlación debidos a los factores de covariación «año» así como «número de parto» (tabla n.º 5), nos permiten suponer que estos factores actúan como agentes causales de una relación directa entre la producción láctea y la prolificidad, al influir simultáneamente y en el mismo sentido sobre ambas variables. Por lo tanto los componentes de covariación debidos al año y número de parto contribuyen en la relación fenotípica encontrada, actuando como factores de covariación de tipo «ambiental».

La incidencia del «año de parto» sobre esta relación, se atribuye a que al mejorar las condiciones de explotación, alimentación, climatológicas, etc., que se engloban dentro de este factor, se producen en términos generales respuestas positivas tanto en el nivel de prolificidad como en el de producción láctea. La influencia del «número de parto» como factor de covariación, se debe al incremento positivo que se tiene simultáneamente en ambas variables productivas conforme aumenta la edad del animal, al menos hasta los cuatro o cinco años.

RESUMEN

A partir de 4.015 registros de ovejas de raza Churra, y siguiendo el método de ajuste de constantes por mínimos cuadrados (LS), para el modelo mixto, se ha estimado la heredabilidad de la prolificidad dentro del factor «número de parto», obteniéndose: 0,12 \pm 0,04.

Las estimaciones de la repetibilidad de la prolificidad, para cada pareja de partos consecutivos, 1.^o-2.^o, 2.^o-3.^o, y 3.^o-4.^o, han sido: $0,15 \pm 0,031$, $0,17 \pm 0,035$ y $0,25 \pm 0,040$, respectivamente.

Los factores de variación rebaño, año, número y estación de parto, interacción del «rebaño con la estación», y «edad al primer parto», mostraron una influencia sobre la prolificidad, siendo la proporción de varianza explicada por el «número» y «año de parto»: 6% y 5,6% respectivamente.

Mediante un análisis de varianza-covarianza por mínimos cuadrados (LS) se han estudiado los factores de covariación influyentes en la relación entre la producción láctea y la prolificidad. Se han obtenido como estimaciones de la correlación fenotípica y residual: $0,18 \pm 0,018$ y $0,12 \pm 0,018$, respectivamente. El año y número de parto se mostraron como factores de covariación que influyen sobre esta relación, al actuar en el mismo sentido, simultáneamente, sobre ambas variables. Los coeficientes de correlación de los factores de covariación «año» y «número de parto» fueron: $0,50 \pm 0,19$ y $0,91 \pm 0,12$, respectivamente.

GENETIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING THE PROLIFICACY AND ITS CORRELATION WITH MILK PRODUCTION IN CHURRA EWES

SUMMARY

A total of 4015 records from ewes of the Churra breed were used to estimate the heritability of the prolificacy using the least squares method for the mixed model, the value obtained being: 0.12 ± 0.04 . The repeatability of prolificacy between two consecutive lambings were 0.15 ± 0.031 , 0.17 ± 0.035 and 0.25 ± 0.040 , for the first-second, second-third and third-fourth, respectively.

The environmental factors, flock, number, year and season of lambing, flock x season interaction, and age of the ewe at first lambing, influenced prolificacy. Number and year of lambing explained 6% and 5.6% of the total variation respectively.

The relationship between milk production and prolificacy was studied used an analysis of variance-covariance for least squares method (LS). The phenotypic and residual correlations were: 0.18 ± 0.018 and 0.12 ± 0.018 , respectively. The year and number of lambing were covariation factors, that influence this relationship. The correlation coefficients for year and lambing as covariation factors were: 0.50 ± 0.19 and 0.91 ± 0.12 , respectively.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ARNAIZ, G. (1978).—*Introducción a la Estadística Teórica*. Ed. Lex Nova, Madrid, 76-78.
- 2) BARNICOAT, C. R.; LOGAN, A. G., y GRANT, A. I. (1949).—Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. *J. Agric. Sci.*, **39**, 230-237.
- 3) CARRIEDO, J. A. (1981).—Estudio de los factores de variación de la producción láctea ovina, con aportaciones al análisis informático-estadístico para la estimación de parámetros genéticos. Tesis Doctoral, 63-64.
- 4) CARRIEDO, J. A., y SAN PRIMITIVO, F. (1979).—Algunos aspectos de la prolificidad en la oveja Churra. *II Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia*. Zaragoza, 7-9 junio de 1979.
- 5) CARRIEDO, J. A., y SAN PRIMITIVO, F. (1982).—Estudio genético de los factores que influyen en la producción láctea del ganado ovino. III. Heredabilidad y repetibilidad. *II Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera*. Madrid, 4-8 de octubre de 1982.
- 6) FLAMANI, J. C. (1972).—Mejora de los caracteres reproductivos en el ganado ovino por métodos genéticos. *ITEA*, n.º **6**, 152-159.
- 7) GABIÑA, D. y BODIN, L. (1979).—*II Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia*. Zaragoza, 7-9 de junio de 1979.
- 8) HARVEY, W. R. (1977).—User's guide for LSML 76. The Ohio State Univ. Columbus. Mimeografía.
- 9) HARVEY, W. R. (1979).—Least-Squares Analysis of Data. Mimeografía.
- 10) HARVEY, W. R. (1982).—Least-Squares analysis of discret data. *J. Anim. Sci.*, **54**, 1067-1071.
- 11) RENYI, A. (1976).—*Cálculo de Probabilidades*. Ed. Reverté, Barcelona, 373.
- 12) RICORDEAU, C., y DENAMUR, R. (1962).—Production laitière des brebis Prealpes du Sud pendant les phases d'allaitement, de sevrage et de traite. *Ann. Zootech.*, **11**, 5-38.
- 13) SEARLE, S. R. (1971).—*Linear Models*. Ed. John Wiley & Sons, New York, 443-472.
- 14) SHELTON, M., y MENZIES, J. W. (1970). Repeatability and heritability of components of reproductive efficiency in finewool sheep. *J. Anim. Sci.*, **30**, 1-5.
- 15) SNEDECOR, G. W., y COCHRAN, W. G. (1975).—*Métodos Estadísticos*. Ed. Compañía Editor Continental, S. A., México, 317.