

**ESTUDIO GENETICO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN  
EN LA PRODUCCION LACTEA DEL GANADO OVINO.  
I.—TRATAMIENTO INFORMATICO Y ESTUDIOS PREVIOS**

*Por J. A. Carriedo  
F. San Primitivo*

**INTRODUCCION**

El objetivo general que nos hemos planteado en esta serie de trabajos, ha sido estudiar los factores de variación genéticos y ambientales que inciden sobre la producción láctea ovina, así como realizar una discusión de los métodos de estimación paramétrica y los modelos matemáticos que pueden ser utilizados.

En este primer trabajo hemos efectuado los estudios previos necesarios para lograr el objetivo principal, según la secuencia operativa siguiente:

- 1.—Elaboración de programas informáticos para el tratamiento de archivos interrelacionados (con datos genealógicos y productivos), para la estimación de la producción láctea total por lactación y para llevar a cabo los análisis estadísticos necesarios.
- 2.—Estudio de los métodos de estimación de la producción láctea total individual por lactación.
- 3.—Verificación de datos genealógicos mediante polimorfismos bioquímicos y determinación de los coeficientes de consanguinidad y de parentesco.
- 4.—Análisis de la distribución de la producción láctea.

**MATERIAL Y METODOS**

El análisis estadístico de los factores de variación de la producción láctea, al que nos referiremos en posteriores trabajos, ha sido llevado a cabo a partir de los controles genealógicos y productivos de tres rebaños, denominados 1, 2 y 3, pertenecientes los dos primeros a la Diputación de Burgos y el tercero a la Diputación de Palencia.

En la tabla I figuran, para cada uno de los tres rebaños, el intervalo de tiempo en el cuál se realizaron los controles de producción, el número de observaciones consideradas y el de sementales utilizados.

**Tabla I**  
**Período de tiempo controlado, lactaciones y sementales incluidos en el estudio,**  
**para cada uno de los rebaños**

	Rebaño 1	Rebaño 2	Rebaño 3
Período	1967-1977	1969-1977	1974-1977
N.º de lactaciones	1.529	1.072	1.111
N.º de sementales	20	16	18

En los rebaños n.º 1 y n.º 2, los controles de producción láctea se realizaron cada quince días y en el rebaño n.º 3 mensualmente.

El estudio del método de estimación de la producción en cada lactación y el de la repetibilidad de los controles de producción, han sido llevados a cabo a partir de los controles mensuales de 2.238 lactaciones y utilizando, a la vez, controles diarios, efectuados en la Estación Agrícola Experimental de León (C.S.I.C.), referidos a 127 lactaciones.

La información básica de que se disponía, estaba recogida en dos archivos de datos diferentes, interrelacionados, conteniendo uno de ellos controles de rendimiento y el otro datos genealógicos. La información existente en estos dos ficheros fue preciso reunirlos en un único archivo, para lo cual efectuamos el correspondiente programa informático. Este programa efectúa además la verificación y transformación de datos necesarias para nuestros fines.

En el archivo, con registros de rendimientos, figuraban los controles periódicos de producción láctea, efectuados en cada lactación individual, a partir de los cuales fue preciso estimar la producción por lactación. Hemos seguido para ello un método de estimación que, basándose inicialmente en el método de Fleischmann, permite obtener las estimaciones de la producción láctea para un intervalo de tiempo especificado por el usuario. Para la utilización sistemática de este método es necesario la automatización de los cálculos, por lo que hemos realizado el correspondiente subprograma informático.

Frecuentemente, en los estudios genéticos, se contemplan situaciones multivariantes definidas por  $n$  variables, para las cuales se desea estimar las matrices de correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales, así como la influencia de los factores de variación y covariación. Hemos efectuado un programa informático que permite llevar a cabo múltiples análisis de varianza-covarianza, a partir de los cuales es posible obtener estas estimaciones. Para ello, la información se grava inicialmente en un dispositivo (disco o cinta magnética) al cual se accede reiterativamente en cada uno de los análisis. Es decir, si el número de variables en estudio es  $n$ , se efectúan  $n(n-1)/2$  análisis de varianza-covarianza y el mismo número de veces ha de leerse la información almacenada en el disco.

En cada uno de los análisis se efectúan las estimaciones de los componentes de varianza y varianza-covarianza, según indican Graybill<sup>7</sup> y Scheffe<sup>12</sup>. La estimación de la correlación genética, fenotípica y ambiental, se realiza en la forma indicada por Harvey<sup>8</sup>, a partir de diseños básicos de medios hermanos. Los errores típicos de la correlación genética se obtienen siguiendo a Becker<sup>2</sup>. El error típico de la correlación fenotípica y la repetibilidad, se ha obtenido a partir del intervalo de confianza, no simétrico, del coeficiente de correlación lineal<sup>7</sup>.

Este programa fue ejecutado con nuestro archivo de datos, considerando 21 variables, con objeto de estimar las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales, entre cada pareja de variables. En el modelo que utilizamos se incluyeron los factores de variación: rebaño, año de parto y semental. Para nuestro archivo de datos, conteniendo 2.300 registros grabados en disco, los tiempos de procesamiento (CPU) y de permanencia en el ordenador (tiempo sala), fueron, respectivamente, 2,5 y 6 horas, en el ordenador IBM 360/44. Este programa puede ser útil cuando el requerimiento de memoria es un factor limitante en el ordenador, aunque los tiempos de procesamiento sean altos.

Para estimar los parámetros genéticos a partir de grupos familiares, se requiere el conocimiento de datos genealógicos. En los rebaños que hemos considerado, se realiza monta controlada, lo cual permite obtener datos genealógicos completos. Para verificar estos datos, hemos utilizado los polimorfismos bioquímicos: Hemoglobina y Transferrina. A partir de muestras de sangre de 763 ovejas de los rebaños 1 y 2, se realizó el análisis de estos polimorfismos, mediante electroforesis de zona sobre gel de almidón<sup>11</sup>.

Debido a las condiciones de explotación del rebaño n.º 3, estabulación permanente de un grupo de hembras con un solo semental, no hemos creído necesario verificar los datos genealógicos de este rebaño.

Hemos estimado los coeficientes de consanguinidad para cada uno de los 280 individuos de los que disponíamos de genealogías completas, con tres generaciones de ascendientes al menos. A partir de las arborescencias genealógicas, determinamos los coeficientes de consanguinidad, según Wright y los de parentesco entre los sementales en el sentido de Malecot<sup>1</sup>.

En el estudio de la función de distribución de la producción láctea ovina, hemos estimado el sesgo y la curtosis, así como la variabilidad de la distribución.

En la estimación del sesgo y la curtosis de la distribución láctea y para probar si las estimaciones diferían de los valores que tienen estos parámetros cuando la distribución es normal, hemos seguido a Snedecor y Cochran<sup>13</sup>. Los análisis se han efectuado para cada una de las cuatro primeras lactaciones por separado y considerando todas ellas conjuntamente.

Para estudiar la variabilidad fenotípica de la distribución de la producción láctea, hemos estimado el coeficiente de variación para cada lactación, a partir de la varianza residual obtenida dentro de los factores rebaño, año de parto y semental<sup>10</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Programas informáticos

Si bien los programas informáticos pueden considerarse como un método, este trabajo ha requerido confeccionar una serie de programas informáticos, que pueden presentar una cierta utilidad para la realización de otros estudios semejantes al nuestro y que incluso, alguno de ellos, pueden tener otras aplicaciones, dada la versatilidad con que han sido confeccionados.

Entre todos los programas realizados podemos destacar tres grupos: programas destinados al tratamiento de la información, programas destinados a la estimación de parámetros y programas de apoyo para el tratamiento estadístico propio del tema.

a) *Tratamiento de la información.*—Como ya se ha indicado en el apartado de métodos, los datos utilizados en este estudio proceden de dos archivos. El programa OVEN permite reunir toda la información en un único archivo, sin necesidad de recurrir a «programas de utilidad». Por otra parte, el programa admite diversas subrutinas de verificación, transformación y acomodación de datos. La subrutina NORMB, utilizada en nuestros trabajos, permite obtener estimaciones normalizadas individuales, para el intervalo de tiempo que previamente fije el usuario. Las subrutinas NORMA y FIMA cumplen una misión similar, utilizando métodos diferentes.

b) *Estimación de parámetros genéticos.*—Los programas COVA están destinados a estimar las matrices de correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales, contemplando una situación multivariante, con  $n$  variables. El programa presenta su óptima utilidad, cuando el número de variables en estudio es alto y la capacidad de memoria del ordenador es un factor limitante.

Por otra parte, con objeto de realizar un estudio estadístico de la producción láctea ovina, contemplando los factores de variación de diversas formas, se han confeccionado los programas JER y CRU, que realizan múltiples análisis de varianza (jerárquicos y de clasificación cruzada).

c) *Programas de apoyo.*—Aparte de un cierto número de programas complementarios, confeccionados para la realización de estos trabajos y que no comentaremos<sup>3</sup>, el programa FINC permite, dada su versatilidad, ajustar distintos tipos de funciones. Este programa tiene especial interés, en aquellos casos en los que deben obtenerse los errores típicos de los parámetros de determinadas funciones matemáticas, para las que sea preciso efectuar la transformación de la variable dependiente, para obtener una función lineal.

### 2. Estimación de la producción láctea

Después de realizar un estudio sobre la curva de lactación en el ganado ovino<sup>4</sup>, hemos llegado a la conclusión de que, desde el punto de vista teórico, el método más adecuado para realizar la estimación de la producción láctea individual, es la

aplicación de la función gamma ponderada. Sin embargo, cuando se utilizan datos de campo, no se dispone de suficientes controles periódicos (unos 5 por término medio), como para aplicar con plena garantía la función gamma. En estos casos, el método que consideramos más adecuado, entre los posibles, es el de Fleischmann.

Una vez decididos por este método, es preciso hacer algunas consideraciones sobre el mismo, con objeto de mejorar, si es posible, el sistema de estimación e impedir la introducción de errores sistemáticos. Con este propósito hemos estudiado tres aspectos que consideramos importantes: sistema de normalización, día en que se realiza el primer control e intervalo de tiempo transcurrido entre controles, es decir, periodicidad en la realización de controles.

En cuanto a la normalización, es un proceso no contemplado en el método de Fleischmann e imprescindible cuando se desea hacer comparativo el nivel productivo de unos animales con otros. El proceso de normalización requiere fijar un intervalo de tiempo idéntico para todos los animales y este intervalo debe contemplar el día inicial y el final de la lactación, con objeto de evitar en lo posible la introducción de errores y aprovechar el máximo de información. Con la intención de dar mayor versatilidad a nuestros programas y hacer el método aplicable a situaciones diferentes, es posible fijar un día inicial y otro final con entera libertad. En nuestro caso, hemos contemplado dos puntos iniciales y tres puntos finales para la lactación.

Para fijar los puntos iniciales hemos tenido en cuenta la variabilidad de los sistemas de cría de corderos. En determinados casos, sobre todo cuando el sistema de destete no es homogéneo, puede ser más conveniente realizar la estimación de la producción a partir del día en que el cordero ha sido separado de la madre, en cuyo caso se estima la cantidad de leche vendible. Hemos fijado en definitiva, dos puntos de iniciación que coinciden con el día del parto (día 0) y, aproximadamente, con el destete (día 30 de lactación).

El punto final de lactación, en base a la normalización, puede depender del objetivo que nos planteemos, del nivel productivo de los rebaños, del número de lactación, etc. En general, debe alargarse cuanto se pueda para no perder información. En nuestro caso, hemos fijado duraciones de hasta 100, 120 y 150 días después del parto.

A partir de 2.238 lactaciones, hemos estimado la producción láctea mediante el método de Fleischmann, normalizando para los intervalos de tiempo anteriormente mencionados. Al estimar la correlación entre estas estimaciones normalizadas para diferentes intervalos de tiempo, encontramos valores comprendidos entre un máximo de  $0,98 \pm 0,0008$  para la correlación entre los valores del intervalo 0-150 y el intervalo 0-120 y un mínimo de  $0,95 \pm 0,0019$  para la correlación entre los intervalos 0-150 y 30-100. Aunque estos coeficientes son elevados, en este caso particular, y según nuestro criterio, no permiten admitir que todos los sistemas de normalización proporcionan resultados semejantes.

Ante esta situación, hemos optado por utilizar la máxima información, aplicando

la normalización al período más largo, es decir desde el parto (día 0) al día 150 de lactación.

Desde el punto de vista teórico, cuanto más se distancie la realización del primer control, del día en que la producción es máxima, mayor subestimación se obtendrá, siguiendo el método de Fleischmann. Por otra parte, este distanciamiento puede influir sobre el número de controles que pueden realizarse.

En nuestro caso específico, hemos tratado de averiguar si el día en que se realiza el primer control (en nuestros datos varía desde el día 15 al 60), es una causa de error sistemático en la estimación de la producción láctea. A partir de 2.238 lactaciones, no hemos obtenido relaciones estadísticamente significativas entre el día de realización del primer control y la estimación de la producción láctea normalizada. En consecuencia, hemos optado por no ajustar por covarianza las producciones, para este factor de variación. Sin embargo, es un punto que consideramos importante y que merece estudios más profundos.

En cuanto al efecto del distanciamiento entre controles periódicos de producción, sobre la estimación de la producción por lactación, hemos efectuado dos tipos de estudios: uno en condiciones experimentales y otro utilizando datos de campo.

En el primer caso, hemos utilizado dos grupos diferentes de 62 y 65 ovejas, mantenidas en condiciones experimentales y realizando controles diarios de producción. La repetibilidad estimada en estos grupos para la producción en días consecutivos fue de  $0,989 \pm 0,0008$  y  $0,976 \pm 0,0012$  respectivamente. La repetibilidad puntual estimada para controles quincenales fue de 0,96. Como consecuencia puede deducirse que los controles periódicos, realizados cada 15 días, en condiciones experimentales, no introducen un error excesivo en la estimación de la producción láctea total, mediante el método de Fleischmann.

Utilizando datos de campo, la repetibilidad media obtenida en los controles mensuales fue de  $0,80 \pm 0,0076$ , estimación claramente inferior a la obtenida para controles efectuados quincenalmente. En estas condiciones, podemos afirmar que, desde el punto de vista de lograr una mejor estimación de la producción láctea por lactación, deben utilizarse controles realizados quincenalmente, sin entrar a discutir el aspecto económico de esta cuestión, que puede hacer cambiar la conclusión.

Como conclusión final a esta parte, el método de estimación que hemos considerado más adecuado y por lo tanto que hemos utilizado en nuestros trabajos, se basa en el método de Fleischmann, utilizando un sistema de normalización entre el parto y los 150 días de lactación y a partir de controles quincenales en los rebaños 1 y 2 y mensuales en el rebaño 3 (en este rebaño no se disponía de controles quincenales). En cuanto al día en que se ha realizado el primer control, no se ha tenido en cuenta como factor de covariación, ya que, en nuestros datos, no se muestra como inductor de errores sistemáticos.

En condiciones experimentales, es posible que el mejor método sea la utilización de la función gamma ponderada:  $y = Ax^B e^{Cx}$ , utilizando controles con intervalos de

tiempo más cortos y fijando el día en que debe realizarse el primer control. Por el momento es un sistema irrealizable en condiciones de campo.

### 3. Verificación de datos genealógicos y determinación de coeficientes de consanguinidad y parentesco

Con objeto de detectar posibles errores en los registros genealógicos, hemos utilizado la determinación de los polimorfismos: Hemoglobina y Transferrina, en 763 muestras de sangre, procedentes de animales de los rebaños 1 y 2. La variabilidad genética observada (tabla II), parece indicar que estos marcadores pueden presentar una eficacia aceptable, para estimar la bondad del método de control de cubriciones, seguido en estos rebaños. De todos los análisis genealógicos realizados, únicamente se detectó un error de registro, lo que indica que el sistema es aceptable.

**TABLA II**  
Frecuencias génicas en % para los alelos de los loci Transferrina (Tf)  
y Hemoglobina (Hb) en los rebaños 1 y 2

Alelo	Rebaño 1	Rebaño 2
Tf <sup>A</sup>	12,9	18,6
Tf <sup>B</sup>	38,9	16,1
Tf <sup>C</sup>	1,8	7,2
Tf <sup>D</sup>	43,8	56,1
Tf <sup>E</sup>	2,6	2,0
Hb <sup>A</sup>	14,3	28,3
Hb <sup>B</sup>	85,7	71,7

En cuanto al rebaño 3, se explota en régimen de estabulación permanente, manteniendo un grupo de hembras con un único semental, sin posibilidad de migración entre grupos, por lo que no consideramos necesario realizar el control genealógico.

Se han estimado los coeficientes de consanguinidad de los rebaños estudiados, así como el coeficiente de parentesco entre los sementales incluidos en el estudio, ya que estos coeficientes pueden ser causa de sesgo en la estimación de la heredabilidad y de las correlaciones genéticas.

En la tabla III figuran los coeficientes de consanguinidad estimados y las frecuencias absolutas encontradas, entre 280 animales de los que se poseían datos genealógicos suficientes.

**TABLA III**  
Frecuencias absolutas de los coeficientes de consanguinidad

Coeficientes	0,25	0,1562	0,125	0,0625	0,0312	0,0
N.º animales	11	1	15	23	22	208

El valor medio del coeficiente de endogamia para los 280 individuos estudiados fue de  $0,0247 \pm 0,0034$ . Este valor se ha mantenido a niveles semejantes durante los seis años incluidos en el estudio, por lo que no se observa tendencia a un aumento de consanguinidad en la población.

En la tabla 4 se incluyen los coeficientes de parentesco estudiados para cada pareja de sementales, así como las frecuencias absolutas. La media estimada ha sido de  $0,033 \pm 0,0051$ .

**TABLA IV**  
Frecuencias absolutas de los coeficientes de parentesco

Coeficientes	0,31	0,28	0,25	0,16	0,12	0,06	0,03	0,0
N.º parejas	1	1	10	1	15	9	10	153

Teniendo en cuenta estas bajas estimaciones, tanto para el coeficiente de consanguinidad como para el de parentesco, consideramos que la endogamia no será una causa de sesgo en la estimación de la heredabilidad y de las correlaciones genéticas.

#### 4. Distribución de la producción láctea ovina

Con objeto de estudiar la función de distribución de la variable: «producción láctea por lactación normalizada a 150 días de duración», se ha estimado el sesgo y la curtosis de esta distribución, así como el coeficiente de variación.

Para cada una de las cuatro primeras lactaciones, los coeficientes de variación obtenidos, estuvieron comprendidos entre 0,27 y 0,30. Estos valores son menores que los estimados por Romer y col.<sup>10</sup>, para rebaños de ovejas «Lacaune» con nivel productivo bajo y están comprendidos entre los valores encontrados por estos autores para los rebaños con nivel productivo medio y alto.

En rebaños experimentales de ovejas Sargas, Casu y col.<sup>5</sup>, han obtenido coeficientes de variación del orden de 0,23 y 0,25, inferiores a los nuestros. Flamant y Casu<sup>6</sup> obtienen, para rebaños experimentales, coeficientes de 0,24 y 0,31, en cuyo rango de valores pueden incluirse nuestras estimaciones.

En la tabla V indicamos, para cada una de las cuatro primeras lactaciones y para el total, las estimaciones del sesgo y de la curtosis, así como el número de observaciones consideradas. Se incluye también el grado de significación estadística para el cual se admite que las estimaciones del sesgo y la curtosis difieren de los valores 0 y 3 que tienen sus correspondientes parámetros poblacionales, cuando la distribución es normal.

**TABLA V**  
Valores, errores típicos y significación estadística del sesgo y la curtosis para cada lactación y del conjunto, indicando el número de observaciones empleado.

N.º de lactación	Sesgo	Sign.	Curtosis	Sign.	N.º de observac.
1	$0,47 \pm 0,07$	***	$3,34 \pm 0,13$	*	1.379
2	$0,25 \pm 0,08$	***	$2,85 \pm 0,16$	NS	975
3	$0,18 \pm 0,09$	*	$2,81 \pm 0,18$	NS	730
4	$0,09 \pm 0,12$	NS	$2,66 \pm 0,25$	NS	394
Total	$0,32 \pm 0,04$	***	$2,95 \pm 0,08$	NS	3.482

NS -  $P > 0,05$

\* -  $0,01 < P \leq 0,05$

\*\* -  $0,001 < P \leq 0,01$

\*\*\* -  $P \leq 0,001$

Las estimaciones puntuales del sesgo han sido siempre positivas y, con excepción de la cuarta lactación, difieren significativamente de cero. Nuestros resultados referentes a cada una de las tres primeras lactaciones así como para el total, nos inducen a admitir que la distribución de la producción láctea ovina no es normal y que presenta una asimetría positiva.

La estimación de la heredabilidad puede llevarse a cabo mediante análisis de varianza. La estimación de los componentes de varianza, obtenidos a partir de métodos frecuentemente utilizados como los métodos I, II y III de Henderson<sup>9</sup>, no requieren que se cumpla la hipótesis de normalidad. No obstante, determinadas pruebas estadísticas, como puede ser la F de Snedecor, utilizada para determinar el grado de significación estadística de los factores de variación, supone que se cumpla la normalidad de la distribución. Considerando la magnitud del sesgo de la distribución de la producción láctea ovina, creemos que incluso estas pruebas de significación pueden ser aplicadas con carácter aproximado.

Como se observa en la tabla V, las estimaciones puntuales del sesgo disminuyen siempre conforme aumenta el número de lactación. Esta tendencia podría explicarse considerando el estado de desarrollo del animal, ya que es a partir del tercer o cuarto parto cuando la oveja expresa su máximo potencial genético para la producción láctea.

Las estimaciones de la curtosis para las lactaciones 2.ª, 3.ª y 4.ª y para el conjunto (tabla V), no difieren significativamente del valor 3 que tiene este parámetro cuando la distribución es normal. En consecuencia, para las cuatro primeras lactaciones de forma conjunta, la distribución de la producción láctea ovina es mesocúrtica.

## RESUMEN

El presente trabajo es el primero de una serie destinada al estudio de los factores de variación genéticos y ambientales, que influyen en la producción láctea del ganado ovino de raza Churra.

Se incluye en este trabajo los programas informáticos elaborados, el estudio de los métodos de estimación de la producción láctea por lactación, la verificación de datos genealógicos mediante los polimorfismos bioquímicos transferrina y hemoglobina, la determinación de los coeficientes de consanguinidad y parentesco, y por último, un análisis de la distribución de la producción láctea.

Cuando se dispone de controles quincenales o mensuales, el método de estimación de la producción láctea por lactación, considerado más correcto ha sido el de Fleischmann normalizado a 150 días. La estimación media de los coeficientes de consanguinidad,  $0,0247 \pm 0,0034$  y de los coeficientes de parentesco,  $0,033 \pm 0,0051$ , han sido bajas. En relación a la distribución de la producción láctea, es mesocúrtica, pero presenta un sesgo positivo, estadísticamente significativo, por lo que no es normal.

## GENETIC STUDY OF SOME FACTORS INFLUENCING THE MILK PRODUCTION OF DAIRY EWES.

### I.—PROGRAMS IN FORTRAN IV AND PRELIMINARY STUDIES

#### SUMMARY

This paper is the first of a serie dedicated to the study of the variations factors, both genetics and environmental, that influence the milk production in the Churra breed of sheep.

We include here the programs in Fortran IV, the study of the milk production by lactation, the checking of genealogy data using the polimorfisms Tf and Hb, the calculation of inbreeding and relationship coefficients, and finally an analysis of the milk production distribution.

The Fleischmann method standarized to 150 days, has been found the best prediction for milk production by lactation when the records are obtained either fortnightly or montly. The estimates mean coefficients for inbreeding and relationship resulted low, with values of  $0,0247 \pm 0,0034$  and  $0,033 \pm 0,0051$  respectively. The milk production distribution showed an stadistically significative positive bias, indicative of its non-normality.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) ALFONSO PONCE, P. (1972).—Redes genealógicas y computación de coeficientes de parentesco y consanguinidad. *Tesis doctoral*. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria.

- 2) BECKER, W. A. (1967).—*Manual of procedures in quantitative genetics*. Washington State University Press, Pullman. EE. UU.
- 3) CARRIEDO, J. A. (1981).—Estudio de los factores de variación de la producción láctea ovina con aportaciones al análisis estadístico-informático para la estimación de parámetros genéticos. *Tesis doctoral*. Universidad de León. Facultad de Biología.
- 4) CARRIEDO, J. A. y SAN PRIMITIVO, F. (1979).—Curvas de lactación en rebaños de ovejas churras. *An. Fac. Vet. León*, **25**, 99-106.
- 5) CASU, S.; CARTA, R. y FLAMANT, J. C. (1975).—Amélioration génétique de la production laitière des brebis Sardes. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 73-90.
- 6) FLAMANT, J. C. y CASU, S. (1977).—Amélioration génétique de la production laitière des brebis Sardes. II. Facteurs de variation génétiques et non génétiques des performances des brebis ayant réalisé 2 lactations. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **9**, 203-217.
- 7) GRAYBILL, F. A. (1961).—*An introduction to linear statistical models. Vol. I*. Ed. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, pp. 209-211.
- 8) HARVEY, W. R. (1977).—*User's guide for LSML76*. The Ohio State University Columbus. Mimeografía.
- 9) HENDERSON, C. R. (1953).—Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, **9**, 226-252.
- 10) ROMER, J.; COLLEAU, J. J. y FLAMANT, J. C. (1971).—Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. VIII. Variation des paramètres génétiques avec le niveau de production du troupeau e l'ane. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 331-355.
- 11) SAN PRIMITIVO, F. (1975).—Obtención de sueros reactivos en la determinación de grupos sanguíneos ovinos y su aplicación con los polimorfismos sanguíneos al estudio inmunogenético de la oveja Churra. *Tesis doctoral*. Universidad de Oviedo. Facultad de Veterinaria de León.
- 12) SCHEFFE, H. (1959).—*The Analysis of Variance*. Ed. John Wiley & Sons, London.
- 13) SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W. G. (1975).—*Métodos estadísticos*. Ed. Compañía Editorial Continental, S. A., México, pp. 116-118 y 513-541.