

TITULO: *Evaluación del esquema de selección de la raza caprina  
Murciano-Granadina*

AUTOR: *José Manuel León Jurado*

---

© Edita: UCOPress. 2018  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/  
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

---

## **Capítulo I:**

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO DE LA POBLACIÓN  
CAPRINA MURCIANO GRANADINA

## 1.1.- RESUMEN

En el presente capítulo se desarrolla el análisis demográfico de la raza caprina Murciano-Granadina, utilizándose para ello la información recogida en el Libro Genealógico Oficial de la Raza y que constó de un total 86804 individuos. Para ello se abordó en primer lugar un estudio de la distribución de las ganaderías que se encontraban en control lechero oficial dentro de la comunidad autónoma de Andalucía, así como un estudio de censos de población activa distribuida por sexos y por núcleos de control. Así mismo se describen los tamaños efectivos de esta población activa para cada uno de los tres núcleos de control lechero principales (Granada, Córdoba y Almería). Igualmente se establecen las pirámides de edades total y por núcleos, como paso previo para el cálculo de sus intervalos generacionales. Se obtuvieron igualmente los ratios sexuales, la tasa de reemplazo y los incrementos de consanguinidad por año y por generación para cada uno de los núcleos de control.

Para el caso de los individuos nacidos entre 1992 y 2006 se llevó a cabo un estudio sobre el grado de paternidades y maternidades conocidas, así como el número de genealogías conocidas. Todo ello con la finalidad de tener constancia de la eficacia con que se vienen realizando los controles genealógicos. Así mismo se abordaron los cálculos de los coeficientes de consanguinidad individuales y el incremento de la consanguinidad por año de nacimiento entre estos quince años analizados. Finalmente se realizaron las determinaciones analíticas para la obtención del número de animales fundadores así como su contribución genética para la población constituida por los animales nacidos en el año 2006.

Tras este análisis demográfico se encontró que la provincia de Granada acapara la mayor parte del censo de reproductores. Así mismo los intervalos generacionales pusieron de relieve una importante presión selectiva, más acentuada en los núcleos de Almería y Córdoba. De igual modo el núcleo de Granada presentó los menores incrementos de consanguinidad anual y generacional. Finalmente y aunque los niveles promedio de consanguinidad no resultaron elevados, sí se denota una excesiva utilización de algunos reproductores en la planificación de los apareamientos.

**Palabras clave:** Tamaño efectivo, intervalo generacional, consanguinidad.

## ABSTRACT

The present chapter shows the results of the demographic analysis of the Murciano-Granadina goat breed, using the information picked up in the Official Herd Book of the Breed with a total of 86804 individuals. For this purpose was firstly approached a study of the farms distribution involved in the official milking control of the autonomous community of Andalusia, as well as a study of active census of the population distributed by sexes and for control nucleus. Also this active population's effective sizes are described for each of the three main milking control nuclei (Granada, Cordoba and Almeria). The pyramids of ages total and for nuclei, were calculated as a previous step for the calculation of their generational intervals. Simultaneously were obtained the sexual ratios, the substitution rate and the increments of inbreeding per year and generation for each one of the control nuclei.

In the individuals born between 1992 and 2006 was carried out a study of complexity of the pedigree (well-known genealogies). All that with the purpose of the evaluation of the effectiveness of the genealogical records. The individual coefficients of inbreeding and the increment of inbreeding per generation and year were also calculated. Finally the number of founders animal as well as their genetic contribution were obtained in the population constituted by the animals born in the year 2006.

After this demographic analysis, it was found that the nucleus of Granada monopolizes most of the census of reproducers. Likewise the generational intervals stood out an important selective pressure, especially in the nuclei of Almeria and Cordoba. In the same way, the nucleus of Granada presented the smallest increments of inbreeding per year and generation. Though the levels average of mean inbreeding were not too high, an excessive use of some reproducers is denoted in the planning of the matings.

**Key words:** Effective size, generational interval, inbreeding.

## 1.2.- INTRODUCCIÓN

Las razas autóctonas se constituyen en parte integrante del patrimonio histórico y cultural de un país, y su salvaguarda representa una prioridad indiscutible. La variabilidad genética de las razas autóctonas engloba, por un lado, la variabilidad inter-racial (diversidad entre razas) y por otro, la variabilidad intra-racial (diversidad dentro de cada raza). De este modo, una disminución de la diversidad genética puede derivar en un descenso de la variabilidad inter-racial, asociada a la extinción de una raza, o bien a una disminución de la variabilidad intra-racial, sujeta, por ejemplo, a un incremento de la consanguinidad en una determinada raza.

La diversidad genética intra-racial integra la variabilidad genética de las poblaciones de interés zootécnico y la biodiversidad global, siendo el mantenimiento de esta diversidad imprescindible, tanto para implementar programas de conservación (Adán y cols., 2007) como para el desarrollo de un programa de mejora genética eficaz (Oldenbroek, 1999), ya que la respuesta esperada a la selección es directamente proporcional a la variabilidad genética existente.

Así pues la adecuada gestión de la diversidad genética de una raza es fundamental para su futura utilización de un modo sustentable (UNEP, 1992), siendo imprescindible su caracterización demográfica a la hora de afrontar el diseño de una estrategia correcta para su utilización. Según Gama (2002), la caracterización de un sistema de producción, incluyendo el profundo conocimiento de la estructura demográfica de una raza, debe constituirse en la primera etapa de cualquier programa de mejora genética. Por tanto, la conservación o utilización sustentable de los recursos genéticos, conlleva el mantenimiento de un número mínimo de animales de manera que se garantice la supervivencia de una determinada raza y permita además su reconstitución cuando sea preciso (Matos y Bettencourt, 1995).

Según Khang (1983), Barker y cols. (1998), Rochambeau y cols. (2000), Caballero y Toro (2000), Gutiérrez y cols. (2003) y Gandini y cols. (2004), entre otros autores, la variabilidad genética de una población puede ser estudiada a través del análisis de los datos genealógicos, de la estimación de los parámetros genéticos de caracteres productivos de interés económico o a través de la utilización de marcadores moleculares. Esta última metodología ha tenido una gran aplicación en los últimos años, habiéndose desarrollado esta técnica tanto en animales domésticos como en las

especies salvajes (Shriver y cols., 1997; Götz y Thaller, 1998; MacHugh y cols., 1998, Martínez y cols., 2003).

El análisis demográfico nos permite describir la estructura y la dinámica de una población si consideramos un grupo de individuos en permanente renovación y teniendo en cuenta su *pool* de genes (Gutiérrez y cols., 2003). Por tanto, el análisis de las genealogías se constituye en una metodología importante de caracterización de poblaciones, ya que describe la variabilidad genética y su evolución a lo largo de las generaciones.

En el caso que nos ocupa, la población granadina se prepara para iniciar un programa selectivo con garantías de éxito, habiendo desarrollado para ello la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina, un laboratorio de reproducción asistida en colaboración con la Diputación de Granada, así como un laboratorio de Genética Molecular Aplicada con la Diputación de Córdoba y el grupo AGR-218 de la Universidad de Córdoba, los cuales garantizan el control de genealogías y la conexión genética de los rebaños con inseminación artificial con semen fresco y congelado.

Dentro del proceso de adaptación de la raza para el esquema de selección destacan los estudios demográficos como el que aquí se presentan, en el cual se analizan la distribución de las ganaderías, los censos, pirámide de edades, los intervalos generacionales, genealogías y generaciones conocidas, la tasa de reposición, los tamaños efectivos, los ratios sexuales, los incrementos esperados de la consanguinidad tanto en la población total como en los tres núcleos de control principales (León y cols., 2005) y, finalmente, la contribución genética de los individuos fundadores.

### **1.3.- MATERIAL Y MÉTODOS**

Para la realización de los estudios que comprenden este capítulo se utilizó como base de información, el contenido de las bases de datos incluidas en el programa de gestión del Libro Genealógico de la raza, y que suponían un total de 86804 individuos.

Los parámetros demográficos fueron estimados mediante el uso de diversas aplicaciones desarrolladas por Carolino y Gama (2002), basadas en el

programa/compilador Clipper Summer 87 (Vidal, 1989). Estas aplicaciones también incluyen en sus procedimientos diversos tipos de validaciones de los datos sometidos a análisis.

Se determinó en primera instancia el número de ganaderías que a 31 de diciembre de 2006 se encontraban en control lechero en la comunidad autónoma de Andalucía. Del mismo modo se calcularon los censos activos distribuidos por núcleos de control lechero y por sexos, utilizándose el procedimiento PROC. FREQ del paquete estadístico SAS en su versión 8.2. (SAS, 2001).

Igualmente fueron obtenidas el número de generaciones conocidas ( $N_i$ ) de forma individual para todos los animales disponibles en la base de datos, a través de la siguiente expresión:

$$N_i = \frac{N_p + 1}{2} + \frac{N_m + 1}{2}$$

Donde:

$N_p$  y  $N_m$ , representan, respectivamente, el número de generaciones conocidas del padre y de la madre. En el caso de que el padre o la madre de un individuo sean desconocidos,  $N_p$  o  $N_m$  toman el valor -1 en la expresión anterior.

El procedimiento de cálculo del número de generaciones conocidas se inicia en los animales con padres desconocidos, cuyos  $N_i$  serán iguales a cero, y secuencialmente son calculados los valores para los individuos cuyos padres ya tienen los respectivos  $N_i$  determinados, de modo que cuando se va a calcular el  $N_i$  de un animal, ya estén calculados sus respectivos  $N_p$  y  $N_m$ . Para reforzar este análisis, fue desarrollado de forma paralela un testaje sobre el índice de complejidad del pedigrí, en cuanto al grado de control de paternidades y maternidades se refiere, para el grupo de animales nacidos entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2006. Cabe indicar aquí que los animales sobre los que no se tenía dato referente a la fecha de nacimiento, el programa de análisis no los incluía dentro de la población en estudio.

Se continuó el estudio poblacional con el establecimiento de las pirámides de edades y el cálculo de los intervalos generacionales de hembras ( $L_h$ ) y de machos

( $L_m$ ), así como totales ( $L_t$ ), siguiendo las recomendaciones de Kinghorn (2000). En este sentido puede indicarse que el intervalo generacional es un arma importante en manos del gestor genético a la hora de realizar un correcto manejo de las mismas de acuerdo con los objetivos de los programas aplicados.

Para su definición puede utilizarse la expuesta por Van der Werf (2000) en la que el intervalo generacional es la edad media de los progenitores cuando su primera descendencia ha nacido.

De la definición se deduce que como paso previo para la determinación del intervalo generacional es necesario conocer la distribución de frecuencias de edades de la población en lo que conocemos como pirámide de edades, las cuales deben computarse también de manera separada para machos y para hembras.

Se debe puntualizar aquí, que el conocimiento de las relaciones familiares entre los animales a veces es difícil de obtener, mientras que por el contrario la edad de los animales si suele ser registrada en los libros de explotación. En esto podemos apoyarnos para obtener la información necesaria para los cálculos.

Así pues siguiendo la metodología de Van der Werf (2000), el intervalo generacional se calculó de la siguiente forma:

$$L_m = \frac{\sum N_m \cdot E \text{ (años)}}{\sum N_m}$$

$$L_h = \frac{\sum N_h \cdot E \text{ (años)}}{\sum N_h}$$

$$L_t = \frac{L_m \cdot N_m + L_h \cdot N_h}{N_m + N_h}$$

Donde:

$\sum N_m \times E$  (años), es el sumatorio de los resultados derivados de multiplicar el número de machos existentes para cada rango de edad por su edad en años.

$\sum N_h \times E$  (años), es el sumatorio de los resultados derivados de multiplicar el número de hembras existentes para cada rango de edad por su edad en años.

$\sum N_m$ , número total de machos

$\sum N_h$ , número total de hembras

$L_m$ ,  $L_h$ ,  $L_t$ , intervalo generacional para machos, hembras y total, respectivamente.

Se procedió también al cálculo de la tasa de reemplazo total ( $T_t$ ), así como para machos ( $T_m$ ) y hembras ( $T_h$ ) para cada núcleo de control lechero; como factor a tener en cuenta a la hora de valorar los intervalos generacionales. La tasa de reemplazo fue calculada de la siguiente forma:

$$T_t = \frac{N_1}{N_t}$$

$$T_m = \frac{N_{m1}}{N_{mt}}$$

$$T_h = \frac{N_{h1}}{N_{ht}}$$

Donde:

$N_1$ , es el número de animales de un año.

$N_t$ , es el número total de animales.

$N_{m1}$ , es el número de machos de un año.

$N_{mt}$ , es el número de machos totales.

$N_{h1}$ , es el número de hembras de un año.

$N_{ht}$ , es el número de hembras totales.

A continuación fueron registrados los ratios sexuales totales y por núcleo de control como base para inferir la repercusión que la inseminación artificial pudiera ejercer sobre este parámetro.

Posteriormente se calcularon para cada núcleo de control y para el total de población activa de la raza los tamaños efectivos de las poblaciones ( $N_e$ ), de acuerdo a las propuestas de Falconer y Mackay (1996) para poblaciones con diferente número de machos y de hembras. El tamaño efectivo de una población es definido por estos autores como el número de individuos que tendría una población real para mantener las tasas de consanguinidad que le corresponderían si tuviera la condición de ideal desde el punto de vista reproductivo (grandes dimensiones, ausencia de selección, cruzamientos aleatorios, igual número de machos y de hembras, etc.). En nuestra situación al tratarse de una población con diferente número de machos y de hembras, la correspondencia entre el tamaño real y el tamaño efectivo se establece en este caso como sigue.

$$1/N_e = 1/4N_m + 1/4N_h$$

Donde:

$N_e$ , es el tamaño efectivo de la población

$N_m$ , número de machos

$N_h$ , número de hembras

Por tanto, el valor del tamaño efectivo de nuestra población será:

$$N_e = \frac{4 N_m \cdot N_h}{N_m + N_h}$$

Así mismo fueron calculados los coeficientes de consanguinidad individual ( $F_i$ ) y el grado de parentesco entre individuos ( $a_{ij}$ ), utilizándole para ello el método tabular de (Gama, 2002), teniendo en cuenta que:

$$a_{ij} = \frac{1}{2} (a_i \cdot \text{Padre de } j + a_j \cdot \text{Madre de } j)$$

$$a_{ij} = a_{ji}$$

$$a_{ij} = 1 + F_i$$

$$F_i = \frac{1}{2} a (\text{Padre de } i \cdot \text{Madre de } i)$$

Los valores de los coeficientes de consanguinidad individual calculados de esta forma fueron confirmados a través de los resultados de la matriz de parentescos, obtenida a partir de la subrutina MTDFNRM del programa MTDFREML (Boldman y cols., 1995).

La consanguinidad individual ( $F_i$ ), representa la probabilidad de que dos alelos de un mismo *locus* sean iguales por ascendencia (Wright, 1923). Por su parte el grado de parentesco ( $a_{ij}$ ) entre dos individuos ( $i$  y  $j$ ) representa el doble de la probabilidad de que en un *locus* determinado, un alelo tomado aleatoriamente de un individuo  $i$  y un alelo tomado al azar del individuo  $j$ , sean iguales por ascendencia o, lo que es igual, sean copias de un mismo gen.

El incremento de consanguinidad por año ( $\Delta F/\text{año}$ ) fue obtenido mediante regresión del coeficiente de consanguinidad individual ( $F_i$ ) con el año de nacimiento, habiéndose utilizado para ello el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico (SAS, 2001), siguiéndose el siguiente modelo lineal:

$$F_{ij} = b_0 + b_1 \text{ año}_i + e_{ij}$$

Donde  $F_{ij}$  representa la consanguinidad individual del individuo  $j$  nacido en el año  $i$ ,  $b_0$  es el intercepto,  $b_1$  es el coeficiente de regresión lineal de la consanguinidad individual en el año de nacimiento y  $e_{ij}$  el error asociado con la  $ij$  observación. A partir de  $\Delta F/\text{año}$ , se determinó el incremento de consanguinidad por generación ( $\Delta F/\text{generación}$ ), como ( $\Delta F/\text{año} \times L$ ), donde  $L$  representa el intervalo generacional medio (Wright, 1922; Stone, 1977). Así mismo se realizó un análisis de la evolución del número y porcentaje de individuos consanguíneos ( $F_i > 0$ ) y no consanguíneos ( $F_i = 0$ ) nacidos entre 1992 y 2006.

Contando ya con estos valores se puede no solo inferir como se va a comportar la consanguinidad en las próximas generaciones, sino también hacer predicciones temporales bastante precisas de cuando se van a alcanzar momentos críticos en la población, pudiendo prevenir fenómenos desfavorables, motivados por alcanzar los umbrales peligrosos de endogamia.

En la última fase del análisis demográfico fueron estimados los números efectivos de fundadores ( $f_e$ ) así como sus contribuciones genéticas ( $q_k$ ); siguiéndose para ello las metodologías descritas por James (1972) y Boichard y cols., (1997), a

través de las aplicaciones informáticas desarrolladas en Clipper Summer 87 (Carolino y Gama, 2002). Estas metodologías se basan en el principio de que un alelo tomado al azar de cualquier *locus* de un determinado animal tiene un 50% de probabilidad de tener un origen en el padre e igual probabilidad de tener su origen en la madre. Siguiendo este mismo razonamiento, un animal tiene un 25% de probabilidad de recibir un alelo de cada uno de los abuelos y un 12.5% de cada uno de los bisabuelos. Aplicándose esta regla al pedigree de cualquier animal, podrá calcularse la probabilidad de origen de sus genes a partir de los fundadores existentes en su ascendencia (animales con padre y madre desconocidos) o, de otro modo, la contribución genética de un fundador  $k$  ( $q_k$ ) para un determinado individuo o conjunto de individuos.

Los cálculos de las contribuciones de los animales fundadores para la población en estudio o de referencia (por ejemplo, animales nacidos en un determinado periodo) son desarrollados desde los animales más jóvenes (animal no fundador) hacia los más viejos, teniéndose en cuenta que un animal que no tiene descendientes, presenta una contribución para la población en estudio de 1, es decir, contribuye apenas consigo mismo. A continuación, se contabiliza la contribución de sus padres sobre esos individuos, que será igual a  $\frac{1}{2}$ . La contribución en la población de referencia de cada progenitor hasta el momento, será la contribución ya acumulada por ese progenitor (puede ser diferente de cero, en tanto en cuanto que un progenitor puede tener más de un descendiente) sumada a la mitad de la contribución del individuo ya procesado (contribución del padre de  $i$  = contribución acumulada del padre de  $i$  +  $0.5 \times$  contribución del individuo  $i$ ). Una vez procesados los cálculos de las contribuciones de todos los individuos, se divide la contribución de cada fundador ( $q_k$ ) por el número total de individuos de la población de referencia.

Calculadas de esta forma, las contribuciones acumuladas de los diferentes fundadores suman la unidad, es decir:

$$\sum_{k=1}^f q_k = 1$$

Por definición, según Boichard y *co/s.*, (1997), el sumatorio de las contribuciones de todos los fundadores constituye el patrimonio genético total de la población en estudio, por lo que deberá ser igual a 1. Del mismo modo, si cada fundador tuviese la misma contribución en la población ( $1/f$ ), el número efectivo de

fundadores sería igual al número real de fundadores ( $f_e = f$ ). El número efectivo de fundadores ( $f_e$ ) representa el número de fundadores ( $f$ ) que daría origen a la diversidad genética observada en la población en estudio, si todos los fundadores tuviesen la misma contribución, en nuestro estudio fue obtenido a través de la siguiente expresión:

$$f_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2}$$

Donde  $q_k$  corresponde a la contribución proporcional de cada fundador  $k$  para la población en estudio (en este estudio está representada por los animales nacidos entre 2003 y 2006). Se considera como fundador un animal con padre y madre desconocidos, o el progenitor de un animal en el que únicamente se conoce uno de sus progenitores. De este modo, cuando un individuo tiene únicamente uno de los padres conocidos, el progenitor desconocido es considerado como “fundador fantasma”, y también tendrá su contribución en la población en estudio.

#### 1.4.- RESULTADOS

La distribución de las ganaderías en control lechero por provincias en Andalucía se presenta en la **Tabla 1.1**; dado que es en esta comunidad donde se agrupa el 85 % de las explotaciones y el 88 % del censo de reproductoras, si bien la proyección de la asociación fuera de Andalucía ya es un hecho.

**Tabla 1.1.- Distribución de ganaderías de la asociación por provincias.**

Provincia	Nº de Ganaderías
Granada	46
Córdoba	26
Almería	22
Cádiz	2
Jaén	4
Sevilla	1
Málaga	1
Huelva	1
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>

En la **Tabla 1.2**, donde se recoge la distribución por sexos de los reproductores en los tres núcleos principales de control lechero, puede apreciarse como el núcleo de control lechero de Granada acapara casi el 49% de los censos totales; le sigue el

núcleo de Córdoba con el 27% y Almería con el 16%; quedando el 8% restante para ganaderías fuera de estas estructuras, tanto dentro como fuera de Andalucía.

**Tabla 1.2.- Distribución de censos de la población Murciano-Granadina por núcleos de control y sexo.**

Núcleo	Machos	Hembras	Total
Almería	132	5399	<b>5531</b>
Granada	639	15879	<b>16518</b>
Córdoba	407	8787	<b>9194</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1178</b>	<b>30065</b>	<b>31243</b>

En referencia al grado de paternidades y maternidades controladas a lo largo de los años en estudio (**Tabla 1.3**), se encontró como siempre el porcentaje de maternidades conocidas fue superior al de paternidades. En este sentido se aprecia como hasta 1999 el porcentaje de padres controlados no superó el 50%, esta situación se alcanzó en el año 1997 para el caso las maternidades controladas, alcanzándose niveles del 56%. Los menores índices de genealogías completadas se registraron para los animales nacidos en 1995, donde apenas el 16.5% de los padres y el 41.3% de las madres fueron controlados. Los máximos porcentajes de paternidades y maternidades controladas se alcanzaron en el año 2006, con un 74.5% y 76.2%, respectivamente.

**Tabla 1.3.- Grado de paternidades y maternidades conocidas en función del año de nacimiento.**

Año	Animales nacidos	Paternidades Conocidas	% Paternidades	Maternidades Conocidas	% Maternidades
<b>1992</b>	1102	251	22.8	537	48.7
<b>1993</b>	1691	306	18.1	763	45.1
<b>1994</b>	2495	476	19.1	1073	43.0
<b>1995</b>	3647	601	16.5	1506	41.3
<b>1996</b>	3239	1020	31.5	1416	43.7
<b>1997</b>	3407	1320	38.7	1908	56.0
<b>1998</b>	4798	2245	46.8	2677	55.8
<b>1999</b>	5354	3002	56.1	3359	62.7
<b>2000</b>	6641	3858	58.1	4471	67.3
<b>2001</b>	7032	3901	55.5	4221	60.0
<b>2002</b>	7749	4639	59.9	4927	63.6
<b>2003</b>	8953	5482	61.2	5951	66.5
<b>2004</b>	8889	5164	58.1	5582	62.8
<b>2005</b>	10008	6098	60.9	6521	65.2
<b>2006</b>	5803	4322	74.5	4420	76.2

En el análisis de frecuencias sobre el número de generaciones conocidas en función del año de parto (**Tabla 1.4**) puede apreciarse como hasta el año 2002, no comienza a ser significativa la presencia de animales con más de una y dos o menos generaciones conocidas, representado los 1926 individuos ubicados en este rango, casi el 25% de los animales nacidos ese año. Este porcentaje alcanzó su máximo en año 2006 con el 31.77%, es decir, 1844 de los 5803 nacidos. Del mismo modo y aunque en escaso número comienza a observarse a partir del año 2000, un incremento de la presencia de animales incluidos en el rango de  $>2$  y  $\leq 3$ , generaciones conocidas, situación que alcanzó su máxima expresión en el año 2006, con un 9.54% de los animales nacidos incluidos en este rango de generaciones conocidas, y que es indicativa de una progresiva mejoría en la eficiencia de recogida de la información genealógica.

**Tabla 1.4.-** Análisis de frecuencias para el número de genealogías conocidas en función del año de nacimiento.

<b>Año de Nacimiento</b>	<b>Nº de Generaciones Conocidas</b>				<b>TOTAL</b>
	<b><math>&gt;0 - \leq 1</math></b>	<b><math>&gt;1 - \leq 2</math></b>	<b><math>&gt;2 - \leq 3</math></b>	<b><math>&gt;3 - \leq 4</math></b>	
<b>1992</b>	1081	21	-	-	1102
<b>1993</b>	1657	34	-	-	1691
<b>1994</b>	2410	84	1	-	2495
<b>1995</b>	3490	156	1	-	3647
<b>1996</b>	3118	117	4	-	3239
<b>1997</b>	3231	159	17	-	3407
<b>1998</b>	4258	528	12	-	4798
<b>1999</b>	4718	616	20	-	5354
<b>2000</b>	5750	849	42	-	6641
<b>2001</b>	5681	1275	76	-	7032
<b>2002</b>	5476	1926	347	-	7749
<b>2003</b>	5769	2821	363	-	8954
<b>2004</b>	5691	2746	447	5	8888
<b>2005</b>	6320	2966	715	7	10008
<b>2006</b>	3381	1844	554	24	5803
<b>TOTAL</b>	62031	16142	2599	36	<b>80808</b>

En las pirámides de edades (**Tabla 1.5**) se aprecia una gran concentración de censos en el rango comprendido entre los 1 y 3 años de edad. En este sentido casi el 72.40% de las hembras y el 79.5% de los machos pertenecientes al núcleo de control de Almería no sobrepasan los tres años de edad, este porcentaje es del 65.5% en hembras y del 67 % en machos para el núcleo de Córdoba; y de casi el 64% en hembras y el 73 % en machos, para el de Granada.

Los intervalos generacionales se cuantificaron en 2.64 para Almería, 3.25 para Granada y 3.12 para Córdoba, siendo de 3.10 para el total de la población. Cuando se analizaron los intervalos generacionales para machos y hembras de forma individualizada para cada núcleo de control, se encontró que la relación  $L_f/L_m$  siempre estuvo a favor de las hembras. Esta relación fue de 0.49 para el núcleo de Almería, 0.3 para el de Granada y 0.25 en el de Córdoba. Cuando se analiza el intervalo generacional para el total de la población la situación se invierte a favor de los machos aunque ligeramente. A este respecto se registró un intervalo generacional de 3.13 años para machos y 3.11 años para hembras.

**Tabla 1.5.-** Pirámide de edades e intervalo generacional de la población activa para cada uno de los núcleos de control y en función del sexo de los individuos.

EDAD (años)	ALMERÍA		GRANADA		CÓRDOBA		TOTAL	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
1	70	1963	223	4394	129	2609	422	8966
2	28	1176	82	2813	86	1738	196	5727
3	7	765	162	2926	58	1411	227	5102
4	11	640	44	1781	48	919	103	3340
5	4	400	42	1272	51	749	97	2421
6	10	204	38	856	14	582	62	1642
7	2	151	21	818	6	310	29	1279
8	-	58	9	345	11	227	20	630
9	-	28	4	196	3	95	7	319
10	-	14	14	418	1	147	15	579
Intervalo sexo	2.16	2.65	2.96	3.26	2.88	3.13	3.13	3.11
Intervalo Total	2.64		3.25		3.12		3.10	

A continuación en la **Tabla 1.6** pueden apreciarse las tasas de reemplazo para el total de la población así como para machos y hembras para los tres núcleos de control. A este respecto se denota como la tasa de reemplazo es mayor para machos que para hembras, tanto en el total de la población como para cada uno de los núcleos estudiados; si bien esta diferencia es mucho más marcada para el caso del núcleo de Almería. Esta situación viene a reforzar el menor intervalo generacional encontrado en machos para los tres núcleos de control.

**Tabla 1.6.-** Tasa de reemplazo obtenida para el total de la población y en cada núcleo de control para cada sexo.

Almería		Granada		Córdoba		TOTAL	
Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
53%	36.35%	34.89%	27.67%	31.69%	29.69%	35.82%	29.82%

En un análisis de la **Tabla 1.7**, se observa como el núcleo de Granada presenta el mayor tamaño efectivo de la población con 2457, seguido de Córdoba con 1556 y, finalmente, se sitúa el núcleo de Almería con 515. Como consecuencia de lo anterior los mayores incrementos de consanguinidad por año y generación se registraron en Almería, con un valor de  $\Delta F/Año$  de 0.000359 y un  $\Delta F/Generación$  de 0.00095. Los incrementos más bajos se registraron en Granada con un  $\Delta F/Año$  de 0.000058 y un  $\Delta F/Generación$  de 0.00019. En una posición intermedia se situó el núcleo de Córdoba con unos valores de 0.000099 y 0.00031 de  $\Delta F/Año$  e  $\Delta F/Generación$ , respectivamente.

El núcleo de Almería a pesar de contar con las mayores tasas de reposición, en cambio ofreció los mayores ratios sexuales de 41 hembras por macho, en segundo lugar se situó Granada con 25 y, finalmente, Córdoba con los ratios más bajos situados en 21.

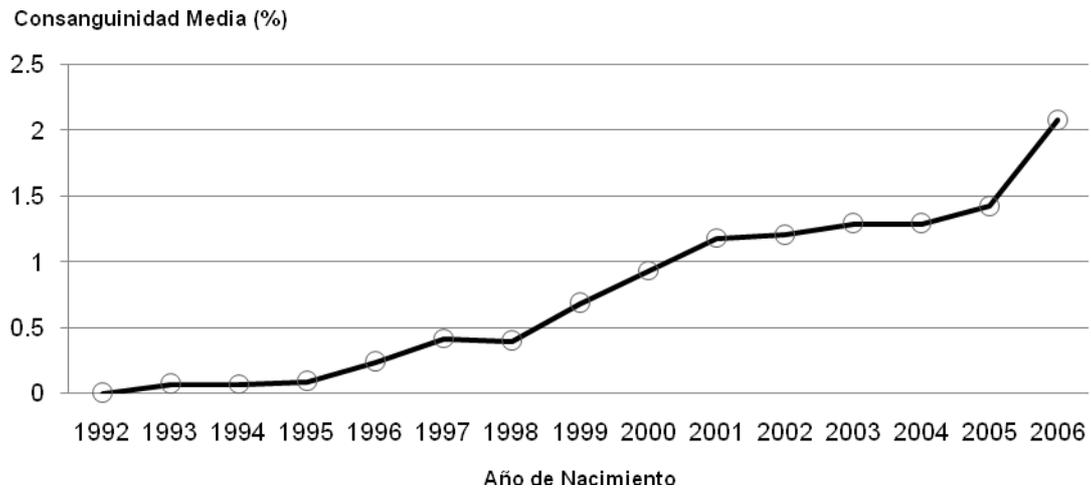
**Tabla 1.7.-** *Tamaño efectivo de las poblaciones activas, incrementos esperados de la consanguinidad por generación y año y ratio sexual para los tres núcleos de control lechero.*

<b>Núcleo</b>	<b>Ne</b>	<b><math>\Delta F/Generación</math></b>	<b><math>\Delta F/Año</math></b>	<b>Ratio Sexual</b>
Almería	515	0.00095	0.000359	41
Granada	2457	0.00019	0.000058	25
Córdoba	1556	0.00031	0.000099	21
<b>TOTAL</b>	<b>4528</b>	<b>0.00011</b>	<b>0.000035</b>	<b>25</b>

Cuando se observan los coeficientes de consanguinidad medios por año de nacimiento para el total de la población, se evidencia una tendencia a aumentar a lo largo de los últimos años (**Figura 1.1**).

Así entre los años 1992 y 1996 no se aprecian incrementos significativos en los niveles de consanguinidad ( $P < 0.05$ ). Es a partir del año 1997 cuando el incremento de la consanguinidad por año de nacimiento comienza a ser significativo, alcanzándose para este año niveles medios del 0.41%. Al llegar al año 2000, el incremento de los niveles de consanguinidad se hace progresivo hasta situarse en el 2.08% en el año 2006. Los incrementos medios consanguinidad por año de nacimiento entre 1992 y 2006 se situó en el 0.14%.

Figura 1.1.- Evolución de la consanguinidad por año de nacimiento.



Puede apreciarse en **Tabla 1.8** un incremento paulatino en el número de animales consanguíneos tanto en términos absolutos como en porcentaje, a lo largo de los años en estudio. A este respecto puede observarse como el mayor incremento porcentual tuvo lugar entre el año 2005 y 2006, con un aumento del 6.61% de individuos consanguíneos. A este respecto puede denotarse como en el año 2006 casi la cuarta parte de la población nacida es consanguínea.

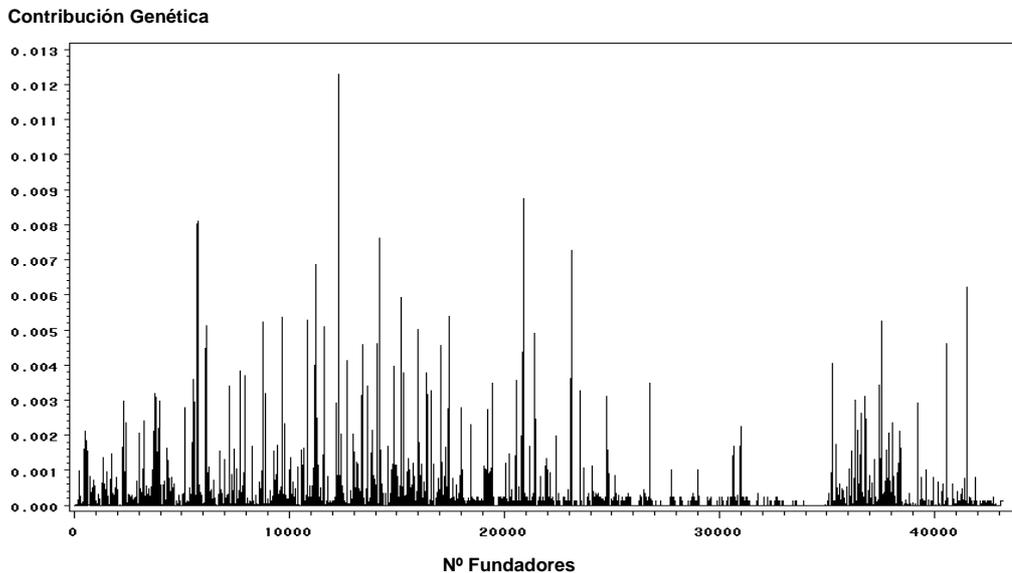
Tabla 1.8.- Distribución del número (N) y porcentaje (%) de animales consanguíneos ( $F_i > 0$ ) y no consanguíneos ( $F_i = 0$ ) por año de nacimiento.

Año	$N F_i > 0$	$\% F_i > 0$	$N F_i = 0$	$\% F_i = 0$
1992	3	0.27	1099	99.73
1993	6	0.35	1685	99.65
1994	7	0.28	2488	99.72
1995	23	0.63	3624	99.37
1996	63	1.95	3176	98.05
1997	129	3.79	3278	96.21
1998	184	3.83	4614	96.17
1999	320	5.98	5034	94.02
2000	587	8.84	6054	91.16
2001	795	11.31	6237	88.69
2002	931	12.01	6818	87.99
2003	1151	12.85	7803	87.15
2004	1233	13.87	7655	86.13
2005	1695	16.94	8313	83.06
2006	1367	23.55	4436	76.44

Durante las determinaciones analíticas del número de fundadores para los animales nacidos entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2006 (5803 individuos), se detectaron un total de 34942 fundadores conocidos (animales con padre y madre desconocidos) y 8251 fundadores desconocidos (progenitores desconocidos de animales en los que únicamente se conoce uno de los padres). El número efectivo de fundadores fue de 519.

En el análisis de las contribuciones genéticas individuales de los fundadores (**Figura 1.2**), se observó como la mayor concentración de fundadores se encuentran situados en el rango comprendido entre 0 y 0.001. A este respecto, 17 fundadores superaron la aportación de 0.005 y solamente un fundador superó el valor de 0.012.

**Figura 1.2.-** Contribución genética individual de fundadores para la población nacida en 2006.



En el análisis de frecuencias sobre las contribuciones genéticas de los fundadores (**Tabla 1.9**), se encontró que únicamente 15 individuos contribuían con el 10% del patrimonio genético de la raza caprina Murciano-Granadina, representada por los animales nacidos en el año 2006. El 100% de la contribución genética fue aportada por 3800 fundadores de los 43193 detectados.

**Tabla 1.9.-** Análisis de frecuencias sobre el porcentaje de contribución genética aportada por los fundadores para la población nacida en 2006.

<b>Nº Fundadores</b>	<b>% Contribución Genética</b>
15	10
56	25
206	50
3800	100

Puede observarse como de los diez fundadores que mayor contribución genética aportaron a la población nacida en el año 2006 (**Tabla 1.10**), seis de ellos eran machos y cuatro hembras, aportando entre ellos el 7.64% de la contribución genética total.

**Tabla 1.10.- Fundadores con mayor contribución genética a la población Murciano-Granadina nacida en el año 2006.**

<b>Identificación</b>	<b>Fecha Nacimiento</b>	<b>Contribución Genética</b>	<b>Sexo</b>	<b>Nº Descendientes</b>
<b>BAB97010</b>	05/01/1997	0.0123019565	Macho	76
<b>ECG01025</b>	15/02/2001	0.0087392873	Macho	52
<b>IK2057</b>	23/02/1992	0.0081085081	Hembra	10
<b>IK2006</b>	15/02/1992	0.0080155651	Hembra	8
<b>JH98006</b>	01/04/1998	0.0076222091	Hembra	7
<b>FH02181</b>	25/02/2002	0.0072733424	Macho	81
<b>HZC96069</b>	08/07/1996	0.0068645692	Hembra	3
<b>JH02051</b>	04/10/2002	0.0062302661	Macho	133
<b>HZC98023</b>	01/08/1998	0.0059342580	Macho	15
<b>RBG99076</b>	06/11/1999	0.0053845286	Macho	112

## 1.5.- DISCUSIÓN

El estudio de la variabilidad genética y la dinámica de una población es de gran importancia para el establecimiento de programas de conservación o de mejora genética por selección, de forma que permitan implementar una correcta gestión de la diversidad genética existente. Del mismo modo el conocimiento de la estructura y la demografía de una población permiten destacar algunos aspectos importantes que pueden afectar a la gestión de la propia población en cuanto a la elección de los métodos de selección y de apareamiento más adecuados se refiere.

En la actualidad son 33877 los animales que forman la parte noble del Libro genealógico de la raza lo que supone un volumen suficiente para enfrentar un programa de selección con garantías. Situación a la que contribuyen los 1178 sementales activos sobre todo teniendo en cuenta la disponibilidad de inseminación artificial.

En este sentido cuando nos encontramos frente a poblaciones animales con efectivos reducidos, a la hora de instaurar un programa de mejoramiento genético por

selección, un programa de conservación, o un programa de selección con un incremento predefinido de la consanguinidad (Meuwissen y Sonesson, 1998), resulta de gran importancia el conocimiento de las genealogías de los animales candidatos a reproductores.

Como resultado del incremento en el nivel de conocimiento de las genealogías, en cuanto al grado de paternidades y maternidades controladas se refiere, más marcado a lo largo del período comprendido entre el año 2002 y 2006 (**Tabla 1.3**), se constató también una paulatina evolución del número de generaciones conocidas (**Tabla 1.4**). A este respecto ha de indicarse que la precisión con la que se estiman los valores genéticos de los animales está directamente influenciada por la cantidad de información productiva disponible y, en el caso de existir registros productivos en varias generaciones, la fiabilidad de la evaluación puede ser positivamente influenciada por el mayor grado de conocimiento de las genealogías de los animales, de tal forma que la precisión de las predicciones de los valores genéticos de los animales de generaciones más recientes podrán ser superiores si el grado de conocimiento de las genealogías fuese elevado. Senneke y cols., (2004), en un trabajo en el que evaluaron el impacto de la falta de información sobre los progenitores en la estimativa de parámetros genéticos, concluían que además de aumentar el sesgo de las estimaciones de los parámetros genéticos, es de esperar un reducción del progreso genético por selección.

En este caso puede admitirse que la asociación de criadores ha evolucionado muy positivamente en la gestión de la información genealógica, hecho que permite arrancar el esquema de selección de la raza con garantías.

La estructura etaria representada por la pirámide de edades (**Tabla 1.5**), puede considerarse equilibrada, para machos y hembras en el total de la población. En el caso de las hembras se registró un descenso progresivo de su número, para los tres núcleos de control lechero, al incrementarse la edad de las mismas. Se aprecia también una mayor longevidad de las hembras pertenecientes al núcleo de Granada, observándose un 6.06% de hembras activas situadas en el rango de edad comprendido entre los 8 y los 10 años. Este porcentaje es del 5.09% para el total de hembras. La mayoría de los machos son utilizados entre los 1 y 3 años de edad, a pesar de que algunos de ellos tienen hijos a edades más avanzadas, en algunos casos debido al uso de éstos en inseminación artificial.

De estos datos puede concluirse que el núcleo de Granada está estabilizado, mientras que los otros dos se encuentran en expansión. En todos los casos el tiempo de uso de los machos denota una intensa selección de los mismos a nivel intra-rebaño.

Los intervalos generacionales registrados (**Tabla 1.5**) ponen de manifiesto una importante presión selectiva, más clara en los núcleos de Almería y Córdoba, y especialmente impulsada por los cortos intervalos generacionales de los machos, que fueron de 2.16 y 2.96 años, respectivamente. A este respecto es destacable el hecho de que en el núcleo de Almería no se hallen reproductores machos en activo con más de siete años. Para el total de la población el intervalo generacional obtenido de 3.10 años resultó superior al referenciado por Portolano y *cols.* (2004) en la raza Girgentana con 2.5 años.

En cuanto a la tasa de reemplazo se encontró que ésta fue siempre superior para el caso de los machos, tanto a nivel de núcleos de control lechero como para el total de la población (**Tabla 1.6**). Los porcentajes medios en las tasas reemplazo para el total de la población fueron del 35.82% para los machos y del 29.82% para las hembras. Comparativamente, Mena y *cols.*, (2005) establecen porcentajes medios de reemplazo del 47.23% en la cabra Malagueña. Esta situación es indicativa de que las hembras permanecen en los rebaños hasta edades más avanzadas, traduciéndose en intervalos generacionales más elevados en las hembras. De ello puede deducirse que se está efectuando una selección intra-rebaño importante sobre los machos basándose en los fenotipos de sus hijas, a pesar de no contar hasta ahora con un esquema de selección colectivo.

Cuando se analizan los tamaños efectivos de las poblaciones para cada núcleo de control, los incrementos de consanguinidad por generación y año, así como los ratios sexuales (**Tabla 1.7**); se observa como en el núcleo de Almería a pesar de demostrar un mayor desarrollo selectivo, el ratio sexual que presenta es el más elevado, seguido de Granada y Córdoba. Este hecho tiene una repercusión clara en la posible intensidad de selección a aplicar en estos núcleos, ya que la presión puede ser mayor sobre los mayores ratios de Almería, mientras que la precisión de las estimas será mucho más alta en los núcleos de Granada y Córdoba. Esta situación puede venir dada por un mayor desarrollo de la inseminación artificial en Granada y Córdoba, hecho que influye significativamente en una reducción del ratio sexual.

Puede apreciarse como los incrementos esperados de la consanguinidad por generación y por año demuestran que el impulso de los mayores censos de Granada se refleja en el mayor tamaño efectivo registrado en este núcleo, al igual que el menor incremento esperado de la consanguinidad. El núcleo de Almería debido a los desequilibrios observados en el ratio sexual, presenta un tamaño efectivo sensiblemente más pequeño proporcionalmente. La aparente contradicción que se aprecia en Almería, un núcleo en plena expansión con alto ratio sexual, se explica por la importante introducción de hembras por compra en este núcleo y no por reposición como en el caso de Granada y Córdoba.

De cualquier manera en ninguno de los núcleos ni en la población total se puede entender que exista o haya existido una mala gestión de los reproductores hasta el momento, ni que exista peligro de pérdida drástica de diversidad genética.

El incremento de la consanguinidad a lo largo de los años analizados, más acusada a partir del año 2000 (**Figura 1.1**), es debida, por un lado a la progresiva introducción de la técnica de inseminación artificial, que tiene como consecuencia la aparición de muchos descendientes a partir de un reducido grupo de sementales. Pero también esta situación está motivada por el incremento de la información genealógica que proporciona una estimación mucho más precisa del valor del coeficiente de parentesco. Es decir, cuanto mayor es el número de generaciones conocidas de un individuo, también es más probable que se encuentren ascendientes comunes por la vía paterna y materna (Carolino, 2006). A este respecto, Boichard y cols., (1997) indicaron que la estimación del coeficiente de consanguinidad individual está altamente influenciada por la calidad y la cantidad de la información genealógica disponible. El incremento de consanguinidad medio obtenido por año de nacimiento fue del 0.14%,

En el análisis de las contribuciones genéticas de fundadores se encontró que el total de la diversidad genética de los animales nacidos en el año 2006, fue explicada por el 8.79% de los fundadores detectados. Estos resultados ponen de manifiesto que en determinadas situaciones se lleva a cabo una excesiva utilización de algunos reproductores, cuyo efecto se mantiene durante varias generaciones. Aún en poblaciones de grandes efectivos, la utilización excesiva de algunos reproductores a través de la inseminación artificial, puede tener como consecuencia la justificación de una elevada proporción de la variabilidad genética por parte de un reducido número de individuos. Esto puede tener repercusiones muy negativas ya que no se

disponen de valores genéticos firmes de los reproductores, lo que implica que la elección de esos fundadores destacados se ha realizado en función de criterios no garantizados que pueden estar produciendo respuestas no deseadas a la selección.

## 1.6.- CONCLUSIONES

- La provincia de Granada se constituye en la gran aglutinadora de la raza en cuanto al censo de reproductores se refiere.
- Los intervalos generacionales denotan una importante presión selectiva, más acentuada en los núcleos de Almería y Córdoba. Si bien se está ejerciendo a nivel intra-rebaño y con valores genéticos no precisos.
- El núcleo de Granada presenta los menores incrementos de consanguinidad anual y generacional, apoyado en un mayor tamaño real y efectivo de la población.
- Los niveles medios de consanguinidad registrados no resultaron alarmantes, si bien en el análisis de las contribuciones genéticas de fundadores para la población nacida en 2006, se pone de manifiesto una excesiva utilización de algunos reproductores, sin que la elección de los mismos tenga su base en valores genéticos testados.
- De forma general se aprecia una clara estabilidad demográfica en el núcleo de Granada, mientras que los núcleos de Almería y Córdoba se muestran en expansión; el primero apoyándose en la compra de animales y el segundo en la reposición masiva.

## 1.7.- REFERENCIAS

- Adán, S., M. Fernández, J.R. Justo, C.J. Rivero, D. Rois y J. Lama.** 2007. *Análisis de la información genealógica en la raza ovina Ovella Galega*. Arch. Zootec., 56 (Sup. 1): 587-592.
- Barker, J.S.F., W.G. Hill, D. Bradley, M. Nei, R. Fries y R.K. Wayne.** 1998. *Measurement of Domestic Animal Diversity (MoDAD): Original Working Group Report*. FAO, Rome, Italy.
- Boichard, D., Maignel, L. y Verrier, E.** 1997. *The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population*. Genet. Sel. Evol., 29: 5-23.
- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell, C.P. y Kachman, S.D.** 1995. *A Manual for Use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]*. USDA, ARS, Clay Center, NE, USA.
- Caballero, A. y M.A. Toro.** 2000. *Interrelations between effective population size and other pedigree tools for the management of conserved populations*. Genetical Research Cambridge, 75:331-343.
- Carolino, N. y Gama, L.T.** 2002. *Manual de Utilização de Software para a Gestão de Recursos Genéticos Animais*. Estação Zootécnica Nacional, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas, Portugal.
- Carolino, R.N.P.** 2006. *Estratégias de Seleção na Raça Bovina Alentejana*. Tesis Doctoral. Universidad Técnica de Lisboa. Faculta de Medicina Veterinaria, pp. 391.
- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C.** 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4<sup>th</sup> Ed. Longman. Essex, England.
- Gama, L.T.** 2002. *Melhoramiento Genético Animal*. Escolar Editora, Lisboa, Portugal.
- Gandini, G. C., L. Ollivier, B. Danell, O. Distl, A. Georgoudis, E. Groeneveld, E. Martyniuk, J. A. M. Van Arendonk y J. A. Woolliams.** 2004. *Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe*. Livest. Prod. Sci., 91:173-182.
- Götz, K. U. y G. Thaller.** 1998. *Assignment of individuals to populations using microsatellites*. J. Anim. Breed. Genet., 115:53-62.
- Gutiérrez, J.P., J. Altarriba, C. Díaz, R. Quintanilla, J. Cañón y J. Piedrafita.** 2003. *Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds*. Genet. Sel. Evol., 35:43-63.
- James, J.W.** 1972. *Computation of genetic contributions from pedigrees*. Theor. Appl. Genet., 42: 272-273.

- Khang, J.V.T.** 1983. *Méthodes d'analyse des données démographiques et généalogiques dans les populations d'animaux domestiques*. Genet. Sel. Evol., 15 :263-298.
- Kinghorn, B.P.** 2000. *The genetic basis of crossbreeding*. Chapter 4 in "Animal Breeding – Use of New Technologies", Kinghorn, B.P., Van der Werf, J.H.J. and Ryan, M. (eds.). The Post Graduate Foundation in Veterinarian Science of the University of Sydney. ISBN 0 646 38713 8.
- León, J.M., J.M. Lozano, E. Martínez, A. Martínez, A. Cabello, M.E. Camacho y J.V. Delgado.** 2005. *Análisis demográfico de la cabra Granadina como base para el desarrollo de su Esquema de Selección*. Arch. Zootec. 54: 311-315.
- MacHugh, D. E., R. T. Loftus, P. Cunningham y D. G. Bradley.** 1998. *Genetic structure of seven European cattle breeds assessed using 20 microsatellites markers*. Anim. Genet., 29:333-340.
- Martínez, A. M., Vega-Plá, J. L., Lozano, J. M., Martínez, E., Carrera, M.P., Acosta, J.M., Cabello, A.** 2003. *Caracterización genética de la cabra Murciano-Granadina con microsatélites*. Libro de Resúmenes del VI Congreso Iberoamericano de Razas Criollas y Autóctonas, p. 175. Recife. Brasil.
- Matos, C.A.P. y Bettencourt, C.M.V.** 1995. *Preservação da variabilidade genética em pequenas populações de animais domésticos*. Rev. Port. Zoot., Ano II, Nº 1:49-58.
- Mena, Y., Castel, J.M., Romero, F., García, M. y Micheo, J.M.** 2005. *Caracterización Técnico-Económica de los Sistemas Caprinos Lecheros de Raza Malagueña*. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 175-177.
- Meuwissen, T.H.E. y Sonesson, A.K.** 1998. *Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding: Overlapping generations*. J. Anim. Sci., 76 : 2575-2583.
- Oldenbroek, J.K.** 1999. *Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources*. In: Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources (Ed. J. K. Oldenbroek): 1-9. DLO Institute for Animal Science and Health, The Netherlands.
- Portolano, B., Finocchiaro, R., Todaro, M., van Kaam J.T., Giaccone, P.** 2004. *Demographic characterization and genetic variability of the Girgentana goat breed by the analysis of genealogical data*. Ital. J. Anim. Sci., Vol. 3: 41-45.
- Rochambeau, H., Fournet-Hanocq, F. y J.V.T. Khang.** 2000. *Measuring and managing genetic variability in small populations*. Ann. Zootech., 49:77-93.
- SAS.** 2001. SAS® 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

- Senneke, S.L., MacNeil, M.D. y Van Vleck, L.D.** 2004. *Effects of sire misidentification on estimates of genetic parameters for birth and weaning weights in Hereford cattle.* J. Anim. Sci., 82. 2307-2312.
- Shriver, M. D., M. W. Smith, L. Jin, A. Marcini, J. M. Akey, R. Deka y R. E. Ferrell.** 1997. *Ethnic-Affiliation Estimation by use of population-specific DNA markers.* American Journal of Human Genetics, 60:957-964.
- Stone, B.** 1977. *Cálculo de los coeficientes de consanguinidad.* Agricultural Record. 3(5): 56-58.
- UNEP (United Nation Environment Program).** 1992. *Rio Declaration World conference on Environment and Development Unite Nation Environment Program, Brazil.* United Nation Environment Program. United Nations publication, Sales No. E.73.II.A.14 and corrigendum.
- Van der Werf, J.H.J.** 2000. *Livestock straight breeding system structures for the sustainable intensification of extensive grazing systems.* In: Workshop on developing breeding strategies for lower input animal production environments (Ed. S. Galal, J. Boyazoglu e K. Hammond). ICAR Technical Series, N° 3: 105-178.
- Vidal, A.G.R.** 1989. *Clipper versão Summer 87.* Volume I. Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA, Rio de Janeiro, Brasil.
- Wright S.,** 1922. *Coefficients of inbreeding and relationship.* Amer Nat (56):330-338.

## **Capítulo II:**

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE LA RAZA CAPRINA  
MURCIANO GRANADINA

## 2.1.- RESUMEN

En este capítulo se analizan los datos obtenidos entre 1992 y 2006 en el Control Lechero Oficial llevado a cabo por la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina, tanto de carácter productivo (Kg. de leche) como de composición (kg. de grasa, proteína y extracto seco) para lactaciones estandarizadas a 210 días. Así mismo se determinó la influencia de la ganadería, núcleo de control, año y época de parto, edad de la cabra al parto, número de parto y tipo de parto de la raza por medio de un modelo multifactorial de efectos fijos. Así mismo fue calculado el porcentaje de varianza explicada por cada factor, usando para ello el valor del coeficiente determinativo, aplicándose para este fin diferentes modelos univariados también de efectos fijos.

Los resultados mostraron que tanto los niveles productivos de leche, así como grasa y proteína, presentan unos excelentes registros medios, dentro de los rangos establecidos para la especie. Así mismo se evidenció una clara influencia de los efectos analizados, situación que se pone de manifiesto en los test de significación de las producciones, con una especial influencia del manejo zootécnico desarrollado a nivel de ganadería; situación ésta que ofrece enormes posibilidades para avanzar aún más en los trabajos de mejora genética de la raza tanto para caracteres de producción como de composición.

**Palabras clave:** Producción de leche, efectos fijos, análisis de varianza.

## ABSTRACT

In this chapter the data obtained between 1992 and 2006 in the Official Milk Control carried of the National Breeders Association of Murciano-Granadina goat breed are analyzed, both productive (Kg. of milk) as composition (kg. of fat, protein and dry matter) for lactations standardized to 210 days were taken into account. Also the influence of the farm, control nucleus, year and season of kidding, age of the goat at parturition, kidding number and type of kidding was determined by mean of a multifactorial model of fixed effects, as well as the variance percentage explained (determinative coefficient value) by each one of them in different univariate models also fixed.

The results showed that the productive levels of milk, as well as the quality parameters, present excellent productive levels in the established ranges for the species.

Also a great influence of the analyzed effects was evidenced, that puts on the table the high variability of the productions, remarking a special influence of the production systems; this situation offers many possibilities to advance even more in the genetic program of this breed for production characters as for composition.

**Key words:** Milk production, fixed effects, variance analysis.

## 2.2.- INTRODUCCIÓN

La producción de leche es el resultado de una serie de factores genéticos y ambientales valorada con los denominados “registros lecheros”, es decir una estimación de la producción lechera de una hembra entre un parto y el siguiente (Wiggans y *cols.*, 1986). Su evaluación y comparación ya sea entre animales de una misma o diferentes razas, se ve dificultada al estar esta producción influida por un conjunto de factores, en su mayoría, no genéticos, que modifican no solamente la cantidad sino también la calidad de la leche (Nicoll y *cols.*, 1989; Taddeo y *cols.*, 1998; Singh y *cols.*, 2000, Barillet, 2007). El problema se agrava cuando se tienen en cuenta el elevado número de factores y las complejas interacciones que se establecen entre ellos, de forma que es muy difícil determinar el peso relativo de cada factor (Iloeje y *cols.*, 1980, Gootwine y Pollott, 2000).

Gall (1981), propuso una relación de efectos fijos sobre la lactación del caprino que aún hoy, transcurridas más de dos décadas desde su propuesta siguen estando vigentes: Tamaño y peso corporal, edad de la cabra, número de lactación, crecimiento, año, alimentación, época de parto, tamaño y forma de la mama, tamaño de la camada y número de parto de la cabra.

Posteriormente, Le Jaouen (1986), establece que los factores que afectan a la lactación caprina pueden clasificarse en tres grandes grupos: factores ligados al animal (la raza, la selección, el momento de la lactación, la edad y el número de lactación, la época de parto, el nivel de producción lechera y, por último, el estado sanitario), factores ligados al manejo (el ordeño, las condiciones de manejo, alojamiento y la alimentación) y factores ligados al medio ambiente (la estación del año

y la temperatura). La suma de estos efectos da lugar a lo que podríamos llamar el “macroambiente” del animal.

Torstein y Steine (1986), ya entienden que el rebaño y la época de parto son los efectos no genéticos más importantes, acompañados de la edad del animal.

Sin embargo, en la actualidad parece estabilizarse el grupo de factores formados por el rebaño, el año y la época de parto como los de mayor efecto sobre los caracteres vinculados a la lactación, bien sean parámetros de cantidad (gramos de leche, grasa y proteína), o de calidad (porcentaje de grasa y proteína) tanto en lactaciones completas naturales o tipificadas a distintas duraciones, como en producciones diarias. Este trío de efectos, importados desde el bovino lechero se combina con frecuencia en los modelos de análisis con los efectos fijos del tamaño de la camada, muy importante en el caprino, y con la alternativa edad de la cabra o número de lactación, efectos estos fuertemente correlacionados entre sí.

Es frecuente encontrar en la bibliografía referencias al establecimiento de combinaciones entre los niveles de los factores rebaño\*año\*estación, utilizando estas combinaciones como niveles del nuevo factor combinado establecido, éstos se conocen como “grupos”, el objeto de ello es definir en mayor medida los efectos de los niveles, simplificando el modelo de análisis, y el coste de cálculo. Pero en otras ocasiones se mantienen en los modelos los efectos directos de los factores mencionados, según Astruc y cols. (1995), en su revisión sobre los caracteres productivos lácteos en el ovino y caprino de países miembros de ICAR, apuntan como efectos fijos en las cabras lecheras los grupos de parientes desconocidos además de combinaciones entre Rebaño\*Año con otros factores como la estación, la edad y el número de parto.

En este capítulo se realiza un estudio estadístico de la producción y composición láctea de la población en estudio, con el fin de valorar los parámetros productivos de la raza Murciano-Granadina; todo ello sin tener en cuenta las relaciones familiares, es decir, un estudio estrictamente fenotípico, el cual consideramos de gran interés debido a la importante base de información disponible de 55842 lactaciones.

## **2.3.- MATERIAL Y MÉTODOS**

Para desarrollar este análisis productivo han sido planteadas tres fases en el diseño; la primera centrada en el cálculo de los estadísticos descriptivos de estos caracteres con el fin de conocer el comportamiento productivo de la raza para cada una de las fuentes de variación estudiadas; la segunda dedicada a la evaluación de los efectos fijos de factores e interacciones que afectan a las variables analizadas a través de la aplicación de modelos multifactoriales de niveles fijos. Finalmente, en la tercera fase se han desarrollado análisis de la varianza simples para cada uno de los factores fijos que resultaron significativos.

### **2.3.1.- Estadísticos descriptivos.**

Se han calculado los estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersivos para la producción de leche, en kilogramos, para lactaciones estandarizadas a 210 días de duración (Kg. LAC 210), así como para la composición de la misma en cuanto a los kilogramos de grasa (Kg. Grasa 210), proteína (Kg. Prot. 210) y extracto seco (Kg. Ext. Seco 210) se refiere, tanto de forma global como para cada uno de los niveles de los siguientes factores de variación: ganadería, núcleo de control, año y época de parto, edad de la cabra al parto, número de parto y tipo de parto.

Para este estudio productivo de la cabra Murciano-Granadina, se empleó una base de información constituida por 55842 lactaciones finalizadas, con al menos seis controles efectuados, correspondientes a un total de 29436 animales.

Una vez depurada la información productiva y de composición de la leche, siguiendo las directrices del R.D. 368/2005, la distribución de las observaciones utilizadas fue la siguiente: 53666 observaciones correspondientes a la producción de leche a 210 días, 53711 correspondientes a la producción de grasa, 53705 para la producción de proteína y 53670 para la producción de extracto seco. El número total de ganaderías incluidas en el estudio fue de 150, de las cuales 93 pertenecían al núcleo de control lechero de Granada, 29 al de Almería y 28 al núcleo de control de Córdoba. Los años comprendidos en el estudio de producción y composición lechera fueron los comprendidos entre 1992 y 2006.

Los cálculos fueron realizados con la aplicación estadística PROC.MEANS del paquete estadístico SAS en su versión 8.2 (SAS, 2001).

### 2.3.2.- Análisis multifactoriales de efectos fijos y pruebas “a posteriori” de homogeneidad de medias.

En el estudio sobre la influencia de efectos fijos sobre la producción de leche estandarizada a 210 días y la composición referida a los kilogramos de grasa, proteína y extracto seco, se aplicó un análisis multifactorial de efectos fijos desarrollado a través de un análisis de varianza que incluyó los efectos del año de parto, época de parto, edad de la cabra, número de parto, ganadería dentro de núcleo de control, tipo de parto, las dobles interacciones núcleo de control \* año de parto y núcleo de control\* época de parto y la triple interacción núcleo\*año\*época.

El modelo de análisis de la influencia de los efectos fijos considerados sobre la producción láctea y su composición fue el siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \mu + NC_i + G(NC)_j + A_k + E_l + EP_m + NP_n + TP_o + (NC*A)_{ik} + (NC*E)_{il} + (NC*A*E)_{ikl} + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  : Observaciones para las variables dependientes (producción de leche a 210 días, kilogramos de grasa, proteína y extracto seco).

$\mu$  : Media poblacional de producción lechera a 210 días, kilogramos de grasa, proteína y extracto seco en la población.

$NC_i$  : Efecto fijo del factor núcleo de control con 3 niveles (Granada, Almería y Córdoba).

$G(NC)_j$ : Efecto de la ganadería dentro de núcleo de control (150 niveles).

$A_k$  : Efecto fijo del factor año con 15 niveles (1992 - 2006).

$E_l$  : Efecto fijo de la época de parto con 4 niveles (primavera, verano, otoño e invierno).

$EP_m$  : Edad al parto, con 12 niveles (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 o más años).

$NP_n$  : Efecto fijo del número de parto con 12 niveles (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º y 12º o superior).

$TP_o$  : Efecto fijo del tipo de parto con 5 niveles (simple, doble, triple, cuádruple o superior y aborto con lactación, que incluye los fallos a término de preñez y las muertes perinatales).

$(NC*A)_{ik}$  : Interacción entre el núcleo de control “i” y el año “k”.

$(NC*E)_{il}$  : Interacción entre el núcleo de control “i” y la época de parto “l”.

$(NC*A*E)_{ikl}$  : Interacción entre el núcleo de control “i”, el año “k” y la época de parto “l”.

$\epsilon_{ijklmno}$  : Error residual.

La solución de estos modelos se obtuvo a través del Modelo Lineal General utilizando el procedimiento PROC.GLM del paquete estadístico SAS en su versión 8.2. (SAS, 2001).

Así mismo, se realizó el test “a posteriori” de homogeneidad de medias de Duncan para comprobar los grupos de homogeneidad que se establecían entre los distintos niveles de los factores estudiados que resultaron significativos en el modelo multifactorial (Liu y cols., 2005).

### 2.3.3.- Análisis univariados de efectos fijos.

En la tercera fase del análisis productivo se plantearon una serie de modelos univariados de análisis de la varianza para los efectos fijos de la ganadería, núcleo de control, año, época, edad al parto, número de parto y tipo de parto.

Quedando el modelo simple general establecido como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + ESF_j + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Observación de la variable en la cabra “i” bajo el efecto simple del factor “j”

$\mu$  : Media de la población para cada variable

$ESF_j$  : Efecto Fijo Simple del Factor “j”.

$e_{ij}$  : Error residual.

Estos modelos fueron resueltos también haciendo uso del Modelo Lineal General en el procedimiento PROC.GLM del paquete estadístico SAS v. 8.2. (SAS, 2001).

Para cada uno de los modelos resueltos se obtuvo el coeficiente determinativo ( $R^2$ ) para ser utilizado como criterio cuantitativo para evaluar los efectos simples de los factores, siguiéndose en este caso los criterios de Singh y cols. (1970), para quienes la proporción de la varianza total del experimento explicada por un modelo simple era un fiel indicador de la intensidad del efecto del único factor incluido en el modelo. Este tipo de análisis fue ya utilizado de forma satisfactoria por Fresno (1993) en la Agrupación Caprina Canaria y Camacho (2002) en la raza Tinerfeña.

## 2.4.- RESULTADOS

### 2.4.1.- Estadísticos descriptivos.

#### 2.4.1.1.- Producción de leche

En la **Tabla 2.1** se recogen los estadísticos generales para la producción de leche en lactaciones de 210 días. Es destacable, en esta tabla, el importante valor del coeficiente de variación, lo que indica un alto nivel de variabilidad productiva en la amplia población muestreada, lo que nos induce a pensar en altas posibilidades de mejora para la misma, tanto desde el punto de vista genético como ambiental.

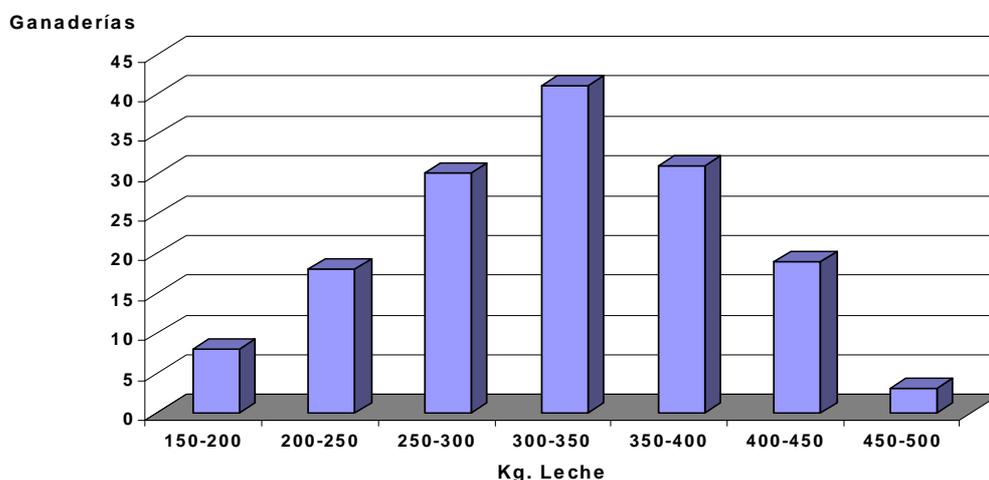
**Tabla 2.1.-** Estadísticos descriptivos generales de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Kg. LAC 210</b>	53666	367.79	133.12	0.57	36.19

En la **Figura 2.1** se observa una representación gráfica de los niveles productivos de las ganaderías, donde se aprecia una alta normalidad de los registros. Destaca la máxima frecuencia encontrada para los niveles entre 300-350 kg., donde se sitúan 41 ganaderías que suponen el 27.3% de las estudiadas. Así mismo se llegan a contar con 19 ganaderías con niveles comprendidos entre los 400 y los 450 kg., en el extremo inferior se encuentran 8 ganaderías con producciones oscilantes entre los 150 y los 200 kg. Como hecho destacable debe indicarse que un total 72

explotaciones de las 150 incluidas en el estudio se encuentran en unos niveles productivos medios que oscilan de los 300 a los 400 kg. por lactación, lo que supone unas producciones medias por animal y día comprendidas entre el 1.42 y los 1.9 kg.

**Figura 2.1.- Niveles productivos de leche total en las ganaderías estudiadas.**



Los niveles productivos de leche registrados en cada uno de los núcleos de control lechero de la Asociación se encuentran registrados en la **Tabla 2.2**. A la vista de los resultados se destaca el núcleo de Córdoba con la media más alta situada en 410.01 kg., a lo que se suma una mayor homogeneidad de sus producciones al ofrecer el coeficiente de variación más bajo con 30.18. Le siguen el núcleo de Almería con 390.80 kg. y, finalmente, el de Granada con 343.99 kg.

**Tabla 2.2.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función del núcleo de control lechero.**

<b>Núcleo de Control</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Granada</b>	30700	343.99	132.89	0.75	38.63
<b>Almería</b>	12462	390.80	128.31	1.14	32.83
<b>Córdoba</b>	10504	410.01	123.76	1.20	30.18

El comportamiento de la producción de leche a lo largo de los años en los que se desarrolló el presente estudio (**Tabla 2.3**), demuestra que los mayores niveles productivos se alcanzan en el año 1992 con una media de 517.33 kg.; si bien es a partir del año 1995 donde se aprecia un notable incremento en el número de lactaciones controladas, denotándose también una estabilización de las medias de producción.

**Tabla 2.3.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función del año.**

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1992	63	517.33	99.67	12.55	19.26
1993	100	488.38	95.36	9.53	19.52
1994	121	494.64	116.46	10.58	23.54
1995	87	348.31	113.24	12.14	32.51
1996	1512	369.53	131.26	3.37	35.52
1997	2826	335.80	129.63	2.43	38.60
1998	2681	342.65	126.15	2.43	36.81
1999	3558	362.36	131.58	2.20	36.31
2000	5026	364.28	129.37	1.82	35.51
2001	6192	356.53	131.84	1.67	36.97
2002	6414	375.80	132.75	1.65	35.32
2003	5569	361.77	135.71	1.81	37.51
2004	5952	363.45	135.94	1.76	37.40
2005	7639	384.62	130.67	1.49	33.97
2006	5926	385.71	133.84	1.73	34.70

Quando se observa la productividad a lo largo del año teniendo en cuenta las estaciones (**Tabla 2.4**), y a pesar de que la temperatura afecta de forma importante a la producción de leche, de manera que cuando se incrementa la temperatura y la humedad relativa, se observa una reducción de la producción de leche (West y cols., 2003); en nuestro estudio se observan los máximos productivos en la época de primavera.

**Tabla 2.4.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función de la época.**

<b>Época</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
Primavera	4979	384.99	139.77	1.98	36.30
Verano	12812	380.77	131.56	1.16	34.55
Otoño	23204	371.82	131.65	0.86	35.40
Invierno	12671	340.53	130.68	1.16	38.37

Como puede apreciarse en la **Tabla 2.5**, la producción de leche en función de la edad de la cabra al parto, demuestra un curso ascendente hasta llegar al cuarto año de vida, en el que se alcanza el máximo productivo cifrado entre 393.38 kg., para continuar con un periodo descendente que se trunca en el duodécimo año, hecho

motivado por el pequeño número de animales que forman la clase, los cuales persisten de manera anormal por sus elevados y heterogéneos niveles productivos.

**Tabla 2.5.- Estadísticos descriptivos de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función de la edad de la cabra al parto.**

<b>Edad (Años)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1	8904	319.04	112.91	1.19	35.39
2	12891	361.99	130.48	1.14	36.04
3	10795	392.56	134.63	1.29	34.29
4	8144	393.38	136.06	1.50	34.58
5	5437	384.45	136.57	1.85	35.52
6	3500	374.31	136.14	2.30	36.37
7	2044	362.36	133.35	2.94	36.80
8	1090	342.41	127.39	3.85	37.20
9	513	326.82	123.89	5.47	37.90
10	225	318.52	126.17	8.41	39.61
11	80	285.43	123.48	13.80	43.26
<b>12 o más</b>	43	299.93	121.96	18.59	40.66

En cuanto a la producción de leche en función del número parto podemos observar en la **Tabla 2.6**, que la media más alta se encuentra en el cuarto parto, comenzado a partir del mismo un descenso paulatino de la producción hasta el undécimo parto donde apenas encontramos 44 animales controlados.

**Tabla 2.6.- Estadísticos descriptivos de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función del número de parto.**

<b>Número de Parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1º	13774	319.40	118.28	1.00	37.03
2º	13891	376.83	131.92	1.11	35.00
3º	10261	396.31	133.57	1.31	33.70
4º	6554	396.47	134.49	1.66	33.92
5º	4084	389.81	134.81	2.10	34.58
6º	2493	378.53	134.94	2.70	35.65
7º	1313	361.84	132.42	3.65	36.59
8º	738	340.97	125.33	4.61	36.75
9º	349	317.50	126.93	6.79	39.97
10º	136	322.72	132.69	11.37	41.11
11º	44	295.24	127.83	19.27	43.29
<b>12º o superior</b>	29	304.99	147.90	27.46	48.49

Cuando se observan las producciones de leche en función del tipo parto, pueden apreciarse como los máximos productivos se alcanzan en los partos triples, en tanto que los niveles inferiores se obtienen en lactaciones que estuvieron precedidas de aborto; si bien en esta categoría se incluyen los partos cuyo tipo no fue registrado, por eso el número de observaciones es tan elevado (**Tabla 2.7**).

**Tabla 2.7.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de leche en lactaciones de 210 días de duración en función del tipo de parto.**

<b>Tipo de parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Simple</b>	11721	351.11	125.79	1.16	35.82
<b>Doble</b>	17352	397.32	131.03	0.99	32.97
<b>Triple</b>	1656	433.07	129.36	3.17	29.87
<b>Cuádruple o superior</b>	151	430.95	140.07	11.39	32.50
<b>Aborto con lactación</b>	22773	348.72	132.91	0.88	38.11

#### 2.4.1.2.- Producción de grasa

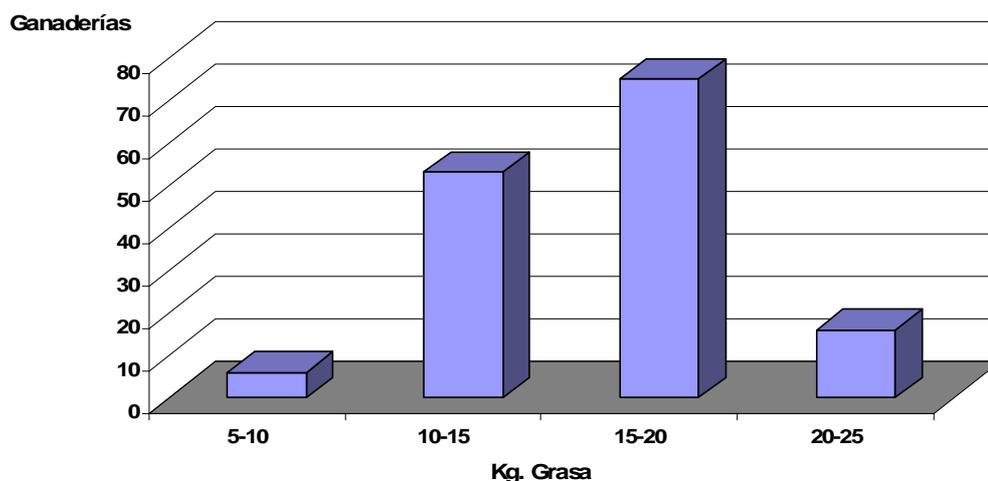
Los estadísticos globales para la producción de grasa pueden apreciarse en la **Tabla 2.8**, donde encontramos unos valores medios de 18.39 kg. y que sin duda están sujetos a una gran oscilación dentro de la población, situación que nos viene dada por un elevado valor del coeficiente de variación.

**Tabla 2.8.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración.**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Kg. Grasa 210</b>	53711	18.39	6.58	0.02	35.78

En la **Figura 2.2** se observa una representación gráfica de los niveles productivos de las ganaderías para la grasa total, donde se aprecia una notable normalidad de los registros. La máxima frecuencia se encuentra en los niveles entre 15-20 kg., que se traduce en un intervalo de entre el 4.50% y el 6% de grasa, rango donde se hayan ubicadas 75 ganaderías que representan el 50% de las incluidas en el estudio.

Figura 2.2.- Niveles productivos de grasa total en las ganaderías estudiadas.



El comportamiento productivo observado para la grasa en función del núcleo de control sigue las mismas pautas que las encontradas para la producción de leche, debido a la elevada correlación existente entre ambos parámetros (**Tabla 2.9**). Así pues se encuentra el núcleo de Córdoba con la media más alta situada en 21.01 kg., también acompañada de un menor valor de coeficiente de variación con 28.05. A continuación se sitúan, por este orden, el núcleo de Almería y el de Granada, con 19.45 y 17.06 kg., respectivamente.

Tabla 2.9.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función del núcleo de control lechero.

Núcleo de Control	N	Media	D.T.	E.E.	C.V.
Granada	30621	17.06	6.60	0.03	38.70
Almería	12529	19.45	6.22	0.05	31.97
Córdoba	10561	21.01	5.89	0.05	28.05

En la **Tabla 2.10** se aprecia como la producción total de grasa se mostró bastante estable a lo largo de los años en los que se desarrolló el presente estudio, encontrándose los mayores niveles productivos en el año 1992 con 25.61 kg. y los valores más bajos en 1997 con 16.44 kg.

**Tabla 2.10.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función del núcleo del año de parto.**

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1992	59	25.61	6.53	0.85	25.49
1993	106	22.93	4.75	0.46	20.71
1994	89	23.64	6.75	0.71	28.57
1995	90	17.88	5.92	0.62	33.10
1996	1499	18.77	6.82	0.17	36.33
1997	2788	16.44	6.31	0.11	38.41
1998	2630	17.67	6.49	0.12	36.76
1999	3560	16.92	6.51	0.10	38.49
2000	5050	18.22	6.38	0.08	35.02
2001	6225	17.78	6.44	0.08	36.22
2002	6496	18.85	6.41	0.07	34.012
2003	5572	18.25	6.71	0.08	36.77
2004	5929	18.41	6.65	0.08	36.13
2005	7664	19.16	6.44	0.07	33.64
2006	5954	19.60	6.66	0.08	34.02

Sobre los resultados ofrecidos en la **Tabla 2.11**, indicar que el comportamiento productivo en cuanto a la producción de grasa en función de la época de parto, se muestra algo diferente de la producción leche. Así pues se demuestran unos valores medios más elevados para la época de verano con 19.97 kg., seguidos muy de cerca por los 19.10 kg., hallados para la época de primavera. A continuación se sitúa la época de otoño con 18.64 kg. y, finalmente, el invierno con la media más baja ubicada en 16.11 kg.

**Tabla 2.11.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función de la época de parto.**

<b>Época</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
Primavera	5060	19.10	6.81	0.09	35.68
Verano	12602	19.97	6.58	0.05	32.97
Otoño	23216	18.64	6.41	0.04	34.41
Invierno	12833	16.11	6.16	0.05	38.26

La producción de grasa total experimenta un ascenso pronunciado entre cabras de uno y dos años, pasándose de los 15.75 a los 18.05 kg. (**Tabla 2.12**), alcanzándose una fase de estabilidad que se inicia a los tres años de edad y se mantiene hasta los

seis. A partir del séptimo año tiene lugar un declive progresivo de la producción hasta los once años.

**Tabla 2.12.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función de la edad de la cabra al parto.**

<b>Edad (Años)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1	8892	15.75	5.51	0.05	35.01
2	12917	18.05	6.38	0.05	35.37
3	10843	19.62	6.60	0.06	33.64
4	8136	19.59	6.73	0.07	34.34
5	5466	19.34	6.75	0.09	34.89
6	3493	19.01	6.82	0.11	35.92
7	2037	18.41	6.75	0.14	36.67
8	1077	17.74	6.57	0.20	37.08
9	505	16.53	6.42	0.28	38.84
10	223	16.22	6.79	0.45	41.90
11	80	14.92	5.71	0.63	38.29
<b>12 o más</b>	42	16.57	7.323	1.13	44.17

En cuanto al número de parto de la cabra, la producción de grasa experimenta un ascenso si cabe más marcado entre animales de primer y segundo parto, del mismo modo se denota más claramente la fase de estabilidad entre el tercer y el sexto parto, del mismo modo se aprecia el descenso paulatino en la productividad de grasa a partir del séptimo parto (**Tabla 2.13**).

**Tabla 2.13.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función del número de parto.**

<b>Número de Parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1º	13704	15.71	5.78	0.04	36.82
2º	13979	18.73	6.39	0.05	34.10
3º	10320	19.90	6.57	0.06	33.01
4º	6548	19.92	6.64	0.08	33.35
5º	4081	19.80	6.69	0.10	33.81
6º	2493	19.26	6.79	0.13	35.24
7º	1306	18.80	6.80	0.18	36.19
8º	735	17.49	6.42	0.23	36.74
9º	343	16.25	6.29	0.33	38.70
10º	132	16.25	6.39	0.55	39.31
11º	41	15.32	6.63	1.03	43.32
<b>12º o superior</b>	29	15.61	8.50	1.58	54.50

Cuando se analizan los niveles de producción de grasa en función del tipo de parto (**Tabla 2.14**), encontramos que los máximos productivos se alcanzaron en los partos triples, del mismo modo que para la producción de leche, los abortos con lactación ofrecieron las medias más bajas; si bien debe indicarse que en este grupo se incluyen los parto sin tipo registrado.

**Tabla 2.14.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de grasa en lactaciones de 210 días de duración en función del tipo de parto.**

<b>Tipo de parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Simple</b>	11651	17.59	6.26	0.05	35.58
<b>Doble</b>	17432	20.00	6.39	0.04	31.95
<b>Triple</b>	1707	21.73	6.38	0.15	29.35
<b>Cuádruple o superior</b>	155	21.48	6.44	0.51	29.99
<b>Aborto con lactación</b>	22753	17.30	6.56	0.04	37.95

#### 2.4.1.3.- Producción de proteína

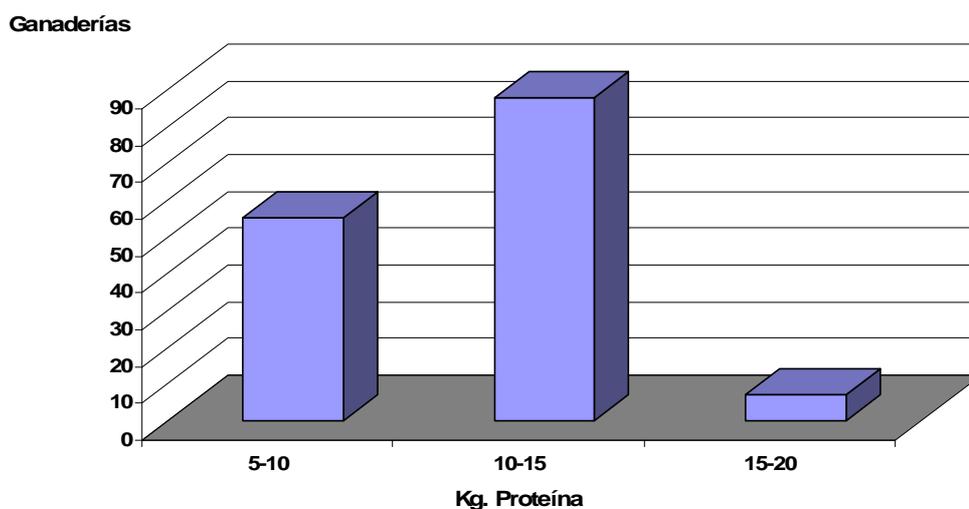
Los valores medios y dispersivos para la producción de proteína, presentes en la **Tabla 2.15**, sitúan a la raza en un porcentaje de proteína medio del 3.41%. Son destacables los elevados niveles de variabilidad mostrada en el coeficiente de variación porcentual.

**Tabla 2.15.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración.**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Kg. Prot. 210</b>	53705	12.57	4.61	0.01	36.68

La representación gráfica de los niveles productivos de las ganaderías, para la proteína total, se muestra en la **Figura 2.3**. Se observa que la máxima frecuencia, se encuentra en el rango situado entre los 10 y 15 kg., donde se ubican 88 ganaderías y que supone un porcentaje de proteína medio que oscila del 2.71 % al 4.07 %.

Figura 2.3.- Niveles productivos de proteína total en las ganaderías estudiadas.



La producción media de proteína en función del núcleo de control (**Tabla 2.16**) presenta el mismo comportamiento que el observado para la producción de leche y grasa. Es decir, en primer lugar se encuentra el núcleo de Córdoba con la media más elevada situada en 14.25 kg., seguido del núcleo de Almería con 13.67 y Granada con 11.56 kg. Del mismo modo se observa una alta variabilidad en la producción del núcleo de Granada, siendo la más homogénea la producción de proteína en Córdoba.

Tabla 2.16.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración en función del núcleo de control.

Núcleo de Control	N	Media	D.T.	E.E.	C.V.
Granada	30825	11.56	4.52	0.02	39.09
Almería	12428	13.67	4.42	0.03	32.33
Córdoba	10452	14.25	4.30	0.04	30.24

Durante los años analizados, la producción de proteína pasa por una fase inicial de mayores producciones y que se extiende de 1992 a 1994 (**Tabla 2.17**). En 1995 la producción baja hasta niveles de 11.75 kg., iniciándose en este año un periodo de estabilidad que prácticamente se mantiene hasta el año 2006, observándose un ligero descenso en 1997.

**Tabla 2.17.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración en función del año de parto.**

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1992	61	17.89	4.18	0.53	23.36
1993	103	17.06	3.54	0.34	20.78
1994	117	17.43	4.28	0.39	24.56
1995	88	11.75	4.00	0.42	34.06
1996	1521	12.66	4.54	0.11	35.84
1997	2813	11.16	4.39	0.08	39.37
1998	2678	11.56	4.39	0.08	37.98
1999	3547	11.78	4.51	0.07	38.31
2000	5038	12.33	4.53	0.06	36.74
2001	6224	11.97	4.53	0.05	37.88
2002	6410	12.84	4.61	0.05	35.95
2003	5543	12.73	4.76	0.06	37.39
2004	5904	12.82	4.65	0.06	36.26
2005	7615	13.43	4.49	0.05	33.47
2006	6043	12.99	4.54	0.05	34.95

La producción de proteína función de la época de parto, como refleja la **Tabla 2.18**, muestra un comportamiento muy similar al de la producción de grasa. En este sentido puede observarse que los promedios de primavera y verano presentan unos valores más próximos entre si, con 13.06 y 13.52 kg., respectivamente. A continuación se encuentra la época de otoño con 12.69 y, finalmente, el invierno con la media más baja situada en 11.23 kg.

**Tabla 2.18.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 día de duración en función de la época de parto.**

<b>Época</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
Primavera	5003	13.06	4.87	0.06	37.29
Verano	12703	13.52	4.61	0.04	34.09
Otoño	23241	12.69	4.50	0.02	35.47
Invierno	12758	11.23	4.40	0.03	39.18

En la **Tabla 2.19** puede observarse el comportamiento productivo de proteína en función de la edad de la cabra al parto, apreciándose también para este componente un incremento de la producción entre el primer y el segundo año. Así mismo se denota una fase de gran estabilidad productiva entre los dos y los siete

años. A partir de los ocho años los niveles productivos comienzan a mermer de forma progresiva.

**Tabla 2.19.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración en función de la edad al parto.**

<b>Edad (Años)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1	8896	10.77	3.90	0.04	36.19
2	12877	12.39	4.50	0.03	36.33
3	10825	13.49	4.65	0.04	34.52
4	8145	13.46	4.71	0.05	34.99
5	5463	13.14	4.73	0.06	36.01
6	3499	12.81	4.70	0.07	36.70
7	2048	12.41	4.63	0.10	37.30
8	1089	11.75	4.41	0.13	37.53
9	514	11.25	4.30	0.19	38.26
10	227	10.66	4.58	0.30	42.96
11	80	9.68	3.98	0.44	41.09
12 o más	42	10.55	4.23	0.65	40.15

En función del número de parto, se encontró que las cabras de primer parto presentaban unos niveles inferiores de producción de proteína, que los animales de segundo parto y sucesivos (**Tabla 2.20**). En este caso la etapa de estabilidad productiva no es tan clara como en el caso de la edad al parto, sí se percibe una cierta proximidad entre los guarismos registrados entre el segundo y el séptimo parto, para a partir de aquí iniciarse un descenso de la producción.

**Tabla 2.20.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración en función del número de parto de la cabra.**

<b>Número de Parto</b>	<b>N</b>	<b>MEDIA</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1º	13774	10.77	4.06	0.03	37.69
2º	13921	12.90	4.56	0.03	35.36
3º	10246	13.62	4.62	0.04	33.91
4º	6565	13.61	4.64	0.05	34.08
5º	4087	13.42	4.66	0.07	34.74
6º	2494	13.03	4.66	0.09	35.76
7º	1326	12.58	4.60	0.12	36.60
8º	736	11.56	4.22	0.15	36.56
9º	350	10.90	4.47	0.23	41.04
10º	134	10.77	4.26	0.36	39.63
11º	43	9.93	4.47	0.68	45.04
12º o superior	29	10.25	5.38	1.00	52.56

Los estadísticos descriptivos de la producción de proteína en función del tipo de parto (**Tabla 2.21**) mostraron un comportamiento paralelo al observado para el caso de la leche y la grasa, es decir máximas producciones en partos triples y mínimas en lactaciones precedidas de abortos, aunque como ya se mencionó en ocasiones anteriores, aquí también recogen las lactaciones con tipo de parto desconocido.

**Tabla 2.21.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de proteína en lactaciones de 210 días de duración en función del tipo de parto.**

<b>Tipo de parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Simple</b>	11684	12.12	4.34	0.04	35.80
<b>Doble</b>	17360	13.80	4.50	0.03	32.63
<b>Triple</b>	1668	15.07	4.46	0.10	29.60
<b>Cuádruple o superior</b>	148	14.69	4.57	0.37	31.12
<b>Aborto con lactación</b>	22832	11.68	4.56	0.03	39.10

#### 2.4.1.4.- Producción de extracto seco.

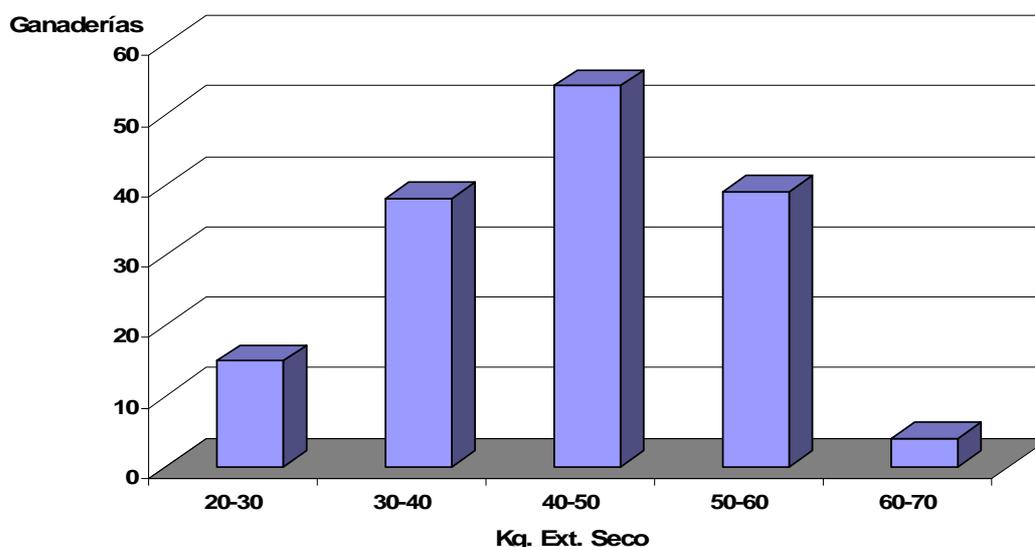
La producción de extracto seco presenta unos niveles medios de 50.42 kg. por lactación, lo que equivale a un porcentaje promedio del 13.70 %. Del mismo modo que para el resto de componentes de la leche, se aprecia una gran variabilidad productiva para el extracto seco que se refleja en un alto coeficiente de variación (**Tabla 2.22**).

**Tabla 2.22.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración.**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
<b>Kg. Ext. Seco 210</b>	53670	50.42	18.19	0.07	36.08

La **Figura 2.4** pone de manifiesto los niveles de extracto seco en las diferentes ganaderías, donde se aprecia una notable normalidad de los registros. Se detecta una mayor frecuencia para los niveles entre 40-50 kg., donde se sitúan 54 ganaderías que representan el 36% de las estudiadas. Estos niveles productivos expresados en porcentaje suponen un rango de entre el 12% y el 15% de extracto seco por lactación.

Figura 2.4.- Niveles productivos de extracto seco total en las ganaderías estudiadas.



La producción media de extracto seco en función del núcleo de control, evidencia nuevamente la superioridad del núcleo de Córdoba con 56.34 kg., encontrándose, también para este componente, el núcleo de Almería en segundo lugar con 54.54 kg., para finalmente situarse en tercer lugar el núcleo de Granada con 46.69 kg. (Tabla 2.23).

Tabla 2.23.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función del núcleo de control.

Núcleo de Control	N	Media	D.T.	E.E.	C.V.
Granada	30651	46.69	18.17	0.10	38.91
Almería	12408	54.54	17.28	0.15	31.68
Córdoba	10611	56.34	16.62	0.16	29.49

Los niveles de extracto seco presentan un comportamiento más irregular que el del resto de componentes a lo largo de los años estudiados (Tabla 2.24). En primera instancia, entre 1992 y 1994 se sitúan los mayores niveles de extracto seco. En 1995 los valores medios de extracto seco entran en una fase de oscilación que se extiende hasta el año 2006, fase en la que encontramos como media más baja la registrada en 1997 con 44.35 kg. y la más elevada en 2006 con 52.63 kg.

**Tabla 2.24.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función del año de parto.**

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1992	57	70.70	17.51	2.31	24.76
1993	105	66.90	14.31	1.39	21.39
1994	99	66.43	18.19	1.82	27.39
1995	88	47.52	15.97	1.70	33.62
1996	1505	50.46	18.41	0.47	36.48
1997	2800	44.35	17.39	0.32	39.21
1998	2644	47.09	17.70	0.34	37.60
1999	3547	47.05	17.87	0.30	37.98
2000	5056	49.95	17.74	0.24	35.52
2001	6219	48.59	17.83	0.22	36.69
2002	6433	51.90	18.05	0.22	34.79
2003	5551	50.57	18.62	0.24	36.82
2004	5933	50.81	18.51	0.24	36.44
2005	7669	52.63	17.63	0.20	33.51
2006	5964	53.35	18.19	0.23	34.09

También en el caso del extracto seco, la época que arroja los niveles más altos es el verano con 53.76 kg., seguida muy de cerca por la primavera con 52.14 kg., y a continuación por el otoño con 51.08 kg. para finalmente y con niveles inferiores, situarse el invierno con 45.20 kg. (**Tabla 2.25**).

**Tabla 2.25.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función de la época de parto.**

<b>Época</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
Primavera	5017	52.14	18.92	0.26	36.30
Verano	12708	53.76	18.15	0.16	33.77
Otoño	23187	51.08	17.86	0.11	34.96
Invierno	12758	45.20	17.41	0.15	38.53

La edad de la cabra al parto en referencia a los niveles de extracto, revela nuevamente el incremento de las medias registradas al comparar animales de un año con los de dos en adelante (**Tabla 2.26**). Se hace también patente en este componente la fase de estabilidad que se alcanza entre las edades comprendidas entre los dos y los siete años, a partir de los ocho años se experimenta igualmente un

descenso tanto de los valores de extracto seco como de las observaciones encontradas en el tramos de los ocho a los doce años.

**Tabla 2.26.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función de la edad al parto.**

<b>Edad (Años)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1	8894	43.41	15.29	0.16	35.23
2	12880	49.72	17.72	0.15	35.65
3	10814	53.91	18.33	0.17	34.01
4	8138	53.80	18.65	0.20	34.66
5	5469	52.76	18.66	0.25	35.37
6	3501	51.52	18.72	0.31	36.35
7	2035	49.59	18.37	0.40	37.05
8	1081	47.29	17.68	0.53	37.39
9	511	44.80	17.36	0.76	38.75
10	225	43.29	18.47	1.23	42.66
11	80	39.10	16.16	1.80	41.32
12 o más	42	42.64	17.81	2.74	41.76

En el análisis del número de parto se denota un incremento más marcado que en el caso de la edad, de los niveles de extracto seco alcanzados en animales de segundo parto respecto a los de primer parto (**Tabla 2.27**). A este respecto debe indicarse que la máxima producción se alcanza en animales de tercer parto. Del mismo modo se acrecienta el descenso acaecido al comparar animales de séptimo parto con los de octavo parto y sucesivos.

**Tabla 2.27.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función del número de parto.**

<b>Número de Parto</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>E.E.</b>	<b>C.V.</b>
1º	13715	43.31	16.02	0.13	36.98
2º	13924	51.65	17.85	0.15	34.56
3º	10281	54.53	18.17	0.17	33.33
4º	6559	54.44	18.39	0.22	33.78
5º	4096	53.83	18.54	0.28	34.44
6º	2492	52.14	18.55	0.37	35.58
7º	1313	50.43	18.40	0.50	36.49
8º	740	47.05	17.62	0.64	37.44
9º	347	43.41	17.48	0.93	40.25
10º	133	43.22	17.22	1.49	39.85
11º	42	39.59	17.42	2.68	43.99
12º o superior	28	38.98	19.45	3.67	49.89

Para el tipo de parto el extracto seco al igual que el resto de componentes analizados para este efecto, alcanzó las cotas más altas cuando el parto triple, experimentando un ascenso pronunciado entre partos simples y dobles (**Tabla 2.28**). De nuevo las lactaciones precedidas de abortos dieron lugar a los niveles más bajos de extracto seco.

**Tabla 2.28.- Estadísticos descriptivos generales de la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días de duración en función del tipo de parto.**

<i>Tipo de parto</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>D.T.</i>	<i>E.E.</i>	<i>C.V.</i>
Simple	11683	48.46	17.13	0.15	35.35
Doble	17371	55.02	17.74	0.13	32.24
Triple	1681	59.86	17.49	0.42	29.21
Cuádruple o superior	150	58.61	18.31	1.49	31.23
Aborto con lactación	22772	47.16	18.13	0.12	38.44

## 2.4.2.- Análisis Multifactorial.

### 2.4.2.1. Producción de leche

Los resultados del análisis multivariado para la producción total de leche como podemos ver en la **Tabla 2.29** demuestran que los efectos directos de los factores resultaron altamente significativos. Las interacciones dobles, núcleo\*año y núcleo\*época y la interacción triple núcleo\*año\*época, también mostraron un alto nivel de significación. El coeficiente determinativo del modelo fue del 40.49 %.

**Tabla 2.29.- Análisis de varianza para la producción de leche en lactaciones de 210 días.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>
Año	14	11.75	<0.0001
Época	3	8.79	<0.0001
Edad	11	85.06	<0.0001
Número de Parto	11	41.83	<0.0001
Tipo de Parto	4	72.80	<0.0001
Núcleo de Control	2	41.98	<0.0001
Ganadería (Núcleo)	146	155.10	<0.0001
Núcleo*Año	24	9.04	<0.0001
Núcleo*Época	6	5.01	<0.0001
Núcleo*Año*Época	88	8.26	<0.0001
Error	53356		

Los resultados obtenidos en el test de Duncan de comparación de medias “a posteriori” en función del núcleo de control lechero (**Tabla 2.30**), demuestran que el comportamiento de los núcleos de control para la producción de leche presenta bastante heterogeneidad, no observándose la formación de grupos de homogeneidad. Siguiendo la pauta habitual, el núcleo de Córdoba se erige como el más productivo, seguido de Almería y Granada.

**Tabla 2.30.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función del núcleo de control lechero.

Variable	Núcleo de control		
	Córdoba	Almería	Granada
Kg. LAC 210	_____	_____	_____

En la **Tabla 2.31** se presentan los grupos de homogeneidad resultantes para los años de parto. Se aprecian tres grupos de homogeneidad establecidos entre los años 1993 y 1994 el primero, entre los años 2005 y 2006 el segundo y entre 1999, 2000, 2003 y 2004, el tercero.

**Tabla 2.31.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función del año de parto.

Variable	Año de Parto														
	92	94	93	06	05	02	96	00	04	99	03	01	95	98	97
Kg. LAC 210		_____	_____	_____	_____		_____	_____	_____	_____	_____				

El efecto de época de parto sobre la producción de leche puso de manifiesto la no existencia de grupos de homogeneidad entre épocas (**Tabla 2.32**). Se corrobora la máxima producción obtenida en primavera seguida muy de cerca por el verano. A continuación se sitúa el otoño y, finalmente, el invierno.

**Tabla 2.32.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función de la época de parto.

Variable	Época de parto			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Kg. LAC 210	_____	_____	_____	_____

La producción de leche en función de la edad de la cabra al parto da lugar a la formación de cuatro grupos de homogeneidad, el primero para cabras de tres y cinco años, el segundo para las de siete y dos, el tercero para de uno y diez años, finalmente el cuarto grupo se forma para animales de once y doce o más años (**Tabla 2.33**), alcanzándose la máxima producción a los cuatro años de edad.

**Tabla 2.33.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función de la edad al parto.

Variable	Edad al parto											
	4	3	5	6	7	2	8	9	1	10	12	11
<b>Kg. LAC 210</b>	_____		_____			_____		_____		_____		

En la **Tabla 2.34** se pone de relieve la existencia de tres grupos de homogeneidad para la producción de leche en función del número de parto. Uno de los grupos queda formado entre el tercer, cuarto y quinto parto, otro entre el segundo y el sexto y, un tercer grupo constituido por cabras de primer y décimo parto. Los máximos niveles productivos se alcanzaron en el cuarto parto, para después iniciar un descenso progresivo de los mismos a partir del quinto parto.

**Tabla 2.34.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función del número de parto.

Variable	Número de parto											
	4°	3°	5°	6°	2°	7°	8°	10°	1°	9°	12°	11°
<b>KG. LAC 210</b>	_____			_____			_____			_____		

Al analizar las medias de producción de leche en función del tipo de parto se observa la formación de dos grupos de homogeneidad (**Tabla 2.35**). Por un lado se establece un grupo formado para los partos triples y cuádruples o superiores y por otro para partos simples y abortos con lactación.

**Tabla 2.35.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de leche a 210 días en función del tipo de parto.

Variable	Tipo de parto					
	Triple	Cuádruple o superior		Doble	Simple	Aborto
<b>KG. LAC 210</b>	_____			_____	_____	_____

2.4.2.2. Producción de grasa

En el análisis de varianza para el contenido en grasa puede apreciarse en la **Tabla 2.36** como los efectos directos de los factores resultaron altamente significativos, al igual que las interacciones dobles, Núcleo\*Año y Núcleo\*Época y la interacción triple Núcleo\*Año\*Época. El coeficiente determinativo del modelo fue superior al mostrado por la producción de leche, situándose en este caso en el 42.96 %, lo que apunta una mejor definición del modelo aplicado en la variable que nos ocupa.

**Tabla 2.36.- Análisis de varianza para la producción de grasa en lactaciones de 210 días.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>
Año	14	17.30	<0.0001
Época	3	19.82	<0.0001
Edad	11	79.34	<0.0001
Número de Parto	11	45.53	<0.0001
Tipo de Parto	4	63.99	<0.0001
Núcleo de Control	2	46.04	<0.0001
Ganadería (Núcleo)	147	145.64	<0.0001
Núcleo*Año	24	13.57	<0.0001
Núcleo*Época	6	6.34	<0.0001
Núcleo*Año*Época	88	11.92	<0.0001
Error	53400		

La producción de grasa en función del núcleo de control lechero (**Tabla 2.37**) presenta un comportamiento paralelo al de la producción de leche, de forma que no da lugar a la formación de ningún grupo de homogeneidad. Traducido a porcentaje, los niveles de grasa medios serían por este orden, del 5.71 % para el núcleo de Córdoba, 5.28% para Almería y 4.63 % para Granada.

**Tabla 2.37.- Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función del núcleo de control lechero.**

<i>Variable</i>	<i>Núcleo de control</i>		
	Córdoba	Almería	Granada
<b>Kg. Grasa 210</b>	_____	_____	_____

Respecto al año de parto, la producción de grasa originó la formación de dos grupos de homogeneidad, uno de ellos entre los años 1993 y 1994 y otro entre 2000 y 2003 (**Tabla 2.38**).

**Tabla 2.38.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias "a posteriori" (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función del año de parto.

Variable	Año de Parto															
	92	94	93	06	05	02	96	04	03	00	95	01	98	99	97	
<b>KG. Grasa 210</b>	_____		_____		_____		_____		_____		_____		_____		_____	

El análisis de la época del año para la producción de grasa, pone de manifiesto, al igual que en el caso de la producción de leche, la no formación de grupos de homogeneidad (**Tabla 2.39**). En este sentido debe señalarse que los máximos niveles grasos se alcanzaron en verano y los más bajos en invierno.

**Tabla 2.39.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias "a posteriori" (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función de la época de parto.

Variable	Época de parto			
	Verano	Primavera	Otoño	Invierno
<b>KG. Grasa 210</b>	_____	_____	_____	_____

En referencia a la edad al parto, los niveles de materia grasa dieron lugar a la formación de tres grupos de homogeneidad (**Tabla 2.40**). Estos grupos se formaron entre animales de tres, cuatro y cinco años, dos y ocho y, finalmente, para los de nueve, diez y doce años. Es decir, se apreció un aumento del contenido graso a medida que progresaba la edad de la madre, con mínimos a los once años y máximos en torno a los cuatro, para a partir de los cinco-seis años comenzar un decrecimiento progresivo,

**Tabla 2.40.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias "a posteriori" (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función de la edad al parto.

Variable	Edad al parto											
	4	3	5	6	7	2	8	12	9	10	1	11
<b>KG. Grasa 210</b>	_____			_____			_____			_____		

Los niveles grasos en función del número de parto mostraron una gran estabilidad (**Tabla 2.41**), que queda manifiesto en la formación de dos grandes grupos de homogeneidad, que abarcaron desde el segundo al séptimo parto el primer grupo, y el segundo grupo que incluyó a animales de primer, noveno, décimo, undécimo y duodécimo parto en adelante.

**Tabla 2.41.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función del número de parto.

Variable	Número de parto											
KG. Grasa 210	4 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	9 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>	11 <sup>o</sup>

La comparación de medias “a posteriori” para la producción de grasa en función del tipo de parto (**Tabla 2.42**), ofrece también la formación de dos grupos de homogeneidad, uno para el caso del parto triple y cuádruple o superior y otro para el simple y los abortos con lactación, quedando igualmente en término medio los partos dobles.

**Tabla 2.42.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de grasa a 210 días en función del tipo de parto.

Variable	Tipo de parto				
KG. Grasa 210	Triple	Cuádruple o superior	Doble	Simple	Aborto

#### 2.4.2.3. Producción de proteína

En el caso de la proteína el análisis de varianza (**Tabla 2.43**) puso de manifiesto, que tanto los efectos directos de los factores, las dobles interacciones Núcleo\*Año y Núcleo\*Época, así como la interacción triple Núcleo\*Año\*Época, resultaron altamente significativas. El coeficiente determinativo del modelo resultó algo menor que el alcanzado para los niveles de grasa, situándose en este caso en el 42.60 %.

Tabla 2.43.- Análisis de varianza para la producción de proteína en lactaciones de 210 días.

Fuente de Variación	GL	Valores de F	Pr>F
Año	14	19.73	<0.0001
Época	3	4.85	0.0023
Edad	11	86.82	<0.0001
Número de Parto	11	40.96	<0.0001
Tipo de Parto	4	76.02	<0.0001
Núcleo de Control	2	53.39	<0.0001
Ganadería (Núcleo)	146	148.23	<0.0001
Núcleo*Año	24	9.44	<0.0001
Núcleo*Época	6	5.94	<0.0001
Núcleo*Año*Época	88	9.97	<0.0001
Error	53395		

Siguiendo la tónica general, los niveles de producción de proteína en función del núcleo de control no supuso la formación de grupos de homogeneidad (Tabla 2.44). Del mismo modo el núcleo de Córdoba alcanzó los mayores índices de proteína, alcanzando porcentajes del 3.87 %.

Tabla 2.44.- Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función del núcleo de control lechero.

Variable	Núcleo de control		
	Córdoba	Almería	Granada
Kg. Prot. 210	_____	_____	_____

Los niveles proteicos a lo largo de los años en estudio dieron lugar a la formación de dos grupos de homogeneidad, el primero formado para los años 1996, 2002, 2003 y 2004; y el segundo entre los años 1995, 1999 y 2001 (Tabla 2.45).

Tabla 2.45.- Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función del año de parto.

Variable	Año de Parto															
KG. Prot. 210	92	94	93	05	06	02	04	03	96	00	01	99	95	98	97	

En la **Tabla 2.46** puede apreciarse como tampoco en el caso de la proteína quedó constituido ningún grupo de homogeneidad en función de la época de parto, alcanzándose los mayores niveles de proteína en la época de verano.

**Tabla 2.46.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función de la época de parto.

Variable	Época de parto			
	Verano	Primavera	Otoño	Invierno
KG. Prot. 210	_____			

Respecto a la edad al parto (**Tabla 2.47**), puede apreciarse el establecimiento de tres grupos de homogeneidad. Estos grupos quedan distribuidos de la siguiente forma: uno para animales de tres y cuatro años, otro para los de dos y siete y el tercero para los de uno y diez años. En este caso las mayores cantidades de proteína se alcanzan para cabras que tienen sus partos a los tres años.

**Tabla 2.47.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función de la edad al parto.

Variable	Edad al parto											
	3	4	5	6	7	2	8	9	1	10	12	11
KG. Prot. 210	_____											

Al estudiar el comportamiento de los valores medios de proteína en función del número de parto (**Tabla 2.48**), apreciamos la formación de tres grupos de homogeneidad, configurados para cabras de tercer, cuarto y quinto parto, en primer lugar; segundo y sexto parto, en segunda instancia; y un tercer grupo para animales de primer, noveno y décimo parto. Los animales de tercer parto alcanzaron los mayores niveles de proteína.

**Tabla 2.48.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función del número de parto.

Variable	Número de parto												
	3º	4º	5º	6º	2º	7º	8º	9º	1º	10º	12º	11º	
KG. Prot. 210	_____												

Es destacable en el caso del tipo de parto la gran heterogeneidad encontrada para la producción de proteína (**Tabla 2.49**). Para este factor de variación no se encontró la formación de ningún grupo de homogeneidad.

**Tabla 2.49.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de proteína a 210 días en función del tipo de parto.

Variable	Tipo de parto				
	Triple	Cuádruple o superior	Doble	Simple	Aborto
KG. Prot. 210	_____	_____	_____	_____	_____

#### 2.4.2.4. Producción de extracto seco

En el análisis de varianza para los índices de extracto seco (**Tabla 2.50**), se constata nuevamente la alta significación alcanzada tanto para los efectos directos de los factores, como para las dobles interacciones Núcleo\*Año y Núcleo\*Época y la triple interacción Núcleo\*Año\*Época. El coeficiente determinativo del modelo resultó muy similar que el alcanzado para los niveles de proteína, situándose para este componente en el 42.51 %.

**Tabla 2.50.-** Análisis de varianza para la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días.

Fuente de Variación	GL	Valores de F	Pr>F
Año	14	17.44	<0.0001
Época	3	9.58	<0.0001
Edad	11	83.82	<0.0001
Número de Parto	11	43.86	<0.0001
Tipo de Parto	4	72.43	<0.0001
Núcleo de Control	2	58.43	<0.0001
Ganadería (Núcleo)	146	154.05	<0.0001
Núcleo*Año	24	13.85	<0.0001
Núcleo*Época	6	4.83	<0.0001
Núcleo*Año*Época	88	9.69	<0.0001
Error	53360		

En el análisis del efecto del núcleo de control sobre los niveles de extracto seco, se ratifica la superioridad del núcleo de Córdoba tanto en los niveles productivos de leche, así como de sus componentes; al que debemos añadir la producción de extracto seco (**Tabla 2.51**). Del mismo modo se observa la no formación de grupos de homogeneidad.

**Tabla 2.51.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función del núcleo de control lechero.

Variable	Núcleo de control		
	Córdoba	Almería	Granada
KG. Ext. Seco 210	_____	_____	_____

Al analizar los valores de extracto seco a lo largo de los diferentes años en estudio (**Tabla 2.52**), puede observarse un comportamiento más oscilante de este componente al compararlo con la grasa y la proteína, pudiéndose detectar la formación de tres grupos de homogeneidad, por un lado tenemos los años 1993 y 1994, por otro 1996, 2003 y 2004 y, finalmente, el grupo formado por los años 1995, 1998 y 1999.

**Tabla 2.52.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función del año de parto.

Variable	Año de Parto														
	92	93	94	06	05	02	04	03	96	00	01	95	98	99	97
KG. Ext. Seco 210		_____					_____					_____			

En el análisis de la **Tabla 2.53** se observa la no formación de grupos homogeneidad para la producción de extracto seco en función de la época de parto. Así pues se registraron los mayores en la época de verano y los niveles más bajos en invierno.

**Tabla 2.53.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función de la época de parto.

Variable	Época de parto			
	Verano	Primavera	Otoño	Invierno
KG. Ext. Seco 210	_____	_____	_____	_____

En la comparación de medias “a posteriori” de los niveles de extracto seco en función de la edad de la cabra al parto se percibe la formación de tres grupos de homogeneidad, uno constituido para animales de tres, cuatro y cinco años, otro para los de dos y siete y, finalmente, un tercer grupo para cabras de uno, nueve, diez y doce (**Tabla 2.54**).

**Tabla 2.54.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función de la edad al parto.

Variable	Edad al parto											
	3	4	5	6	2	7	8	9	1	10	12	11
<b>KG. Ext. Seco. 210</b>												

Para el número de parto, los valores medios de extracto seco dieron lugar a la formación de cuatro grupos de homogeneidad constituidos por cabras de tercer, cuarto y quinto parto por un lado; de segundo y sexto parto por otro, un tercer grupo para animales de primer, noveno y décimo parto y en última instancia para animales de undécimo y duodécimo parto (**Tabla 2.55**). Los máximos niveles se alcanzaron para cabras de tercer y cuarto parto.

**Tabla 2.55.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función del número de parto.

Variable	Número de parto											
	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	9 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	11 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>
<b>KG. Ext. Seco. 210</b>												

Al igual que en el caso de la producción de leche y grasa, la comparación de medias “a posteriori” para la producción de extracto seco en función del tipo de parto, puso de manifiesto la formación de dos grupos de homogeneidad (**Tabla 2.56**). Uno el formado por los partos triples y cuádruples o superiores y otro para los partos simples y las lactaciones precedidas de aborto, en posición intermedia se sitúan los partos dobles.

**Tabla 2.56.-** Representación gráfica de la prueba de homogeneidad de medias “a posteriori” (test de Duncan) para la producción de extracto seco a 210 días en función del tipo de parto.

Variable	Tipo de parto					
	Triple	Cuádruple o superior		Doble	Simple	Aborto
<b>KG. Ext. Seco 210</b>						

### 2.4.3.- Análisis unifactoriales de efectos fijos.

#### 2.4.3.1. Producción de leche

Los resultados de los análisis de la varianza simples realizados para los distintos efectos ejercidos sobre la producción láctea en lactaciones de 210 días se presentan en la **Tabla 2.57**. En ella puede observarse la significación de todos los efectos comprobados. En cuanto a los niveles de explicación de la varianza total, se debe destacar el efecto de la ganadería que supera el 30% de la misma. El resto de factores se mantuvieron en niveles a mucha distancia del efecto ganadería.

**Tabla 2.57.-** Cuadro resumen de los análisis unifactoriales simples de los efectos de los distintos factores controlados sobre la producción de leche en lactaciones de 210 días.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
<b>Ganadería</b>	148	158.03	<.0001	0.304
<b>Núcleo</b>	2	1262.28	<.0001	0.044
<b>Año</b>	14	62.13	<.0001	0.015
<b>Época</b>	3	256.04	<.0001	0.014
<b>Edad</b>	11	203.67	<.0001	0.040
<b>Número de Parto</b>	11	279.15	<.0001	0.054
<b>Tipo de Parto</b>	4	402.02	<.0001	0.036

#### 2.4.3.2. Producción de grasa

En la **Tabla 2.58** se pueden observar los resultados de los análisis de la varianza simples realizados para los distintos efectos directos ejercidos sobre la producción total de grasa en lactaciones de 210 días de duración. Se apreciaron en todos los casos una alta significación de los efectos probados. Como en los otros casos estudiados el efecto ganadería fue el más voluminoso (30.2% de la varianza), estando el resto muy por debajo, si bien el 6.5% encontrado para el efecto del número de parto también llama la atención.

**Tabla 2.58.-** Cuadro resumen de los análisis unifactoriales simples de los efectos de los distintos factores controlados sobre la producción de grasa en lactaciones de 210 días.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
<b>Ganadería</b>	149	156.23	<.0001	0.302
<b>Núcleo</b>	2	1732.92	<.0001	0.060
<b>Año</b>	14	75.30	<.0001	0.019
<b>Época</b>	3	822.25	<.0001	0.043
<b>Edad</b>	11	224.45	<.0001	0.043
<b>Número de Parto</b>	11	342.54	<.0001	0.065
<b>Tipo de Parto</b>	11	484.41	<.0001	0.043

### 2.4.3.3. Producción de proteína

Los análisis de la varianza simples, para los distintos factores de variación que afectan la producción total de proteína, en lactaciones de 210 días de duración, quedan reflejados en la **Tabla 2.59**. Nuevamente destaca el efecto de la ganadería que supone el 31.3 % de la varianza explicada, a tener en cuenta son también el 6.6 % y el 5.6% que suponen los efectos del núcleo y del número de parto, respectivamente.

**Tabla 2.59.- Cuadro resumen de los análisis unifactoriales simples de los efectos de los distintos factores controlados sobre la producción de proteína en lactaciones de 210 días.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
<b>Ganadería</b>	148	165.31	<.0001	0.313
<b>Núcleo</b>	2	1901.16	<.0001	0.066
<b>Año</b>	14	94.41	<.0001	0.024
<b>Época</b>	3	578.99	<.0001	0.031
<b>Edad</b>	11	223.16	<.0001	0.043
<b>Número de Parto</b>	11	322.32	<.0001	0.056
<b>Tipo de Parto</b>	4	570.19	<.0001	0.050

### 2.4.3.4. Producción de extracto seco

Para el caso de la producción de extracto seco en los análisis de la varianza simples (**Tabla 2.60**), se percibe nuevamente una alta significación de todos los efectos, sobresaliendo sobre todos ellos el efecto ganadería con un 31.2 % de la varianza explicada, seguido por este orden del número de parto con un 6.1 %, núcleo de control el 5.6 %, el tipo de parto con el 4.5 % y la edad de la cabra al parto con 4.2 %, como efectos más destacados.

**Tabla 2.60.- Cuadro resumen de los análisis unifactoriales simples de los efectos de los distintos factores controlados sobre la producción de extracto seco en lactaciones de 210 días.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>GL</i>	<i>Valores de F</i>	<i>Pr&gt;F</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
<b>Ganadería</b>	148	164.71	<.0001	0.312
<b>Núcleo</b>	2	1616.79	<.0001	0.056
<b>Año</b>	14	82.97	<.0001	0.021
<b>Época</b>	3	533.34	<.0001	0.028
<b>Edad</b>	11	216.17	<.0001	0.042
<b>Número de Parto</b>	11	318.69	<.0001	0.061
<b>Tipo de Parto</b>	4	515.97	<.0001	0.045

## 2.5.- DISCUSIÓN

### 2.5.1.- Producción de leche.

En primera instancia ha de indicarse que los 367.70 kg. de leche obtenidos como producción media global para la población estudiada en lactaciones estandarizadas a 210 días de duración, supone unos niveles promedio muy aceptables. Comparativamente con los rendimientos obtenidos por otros autores para la misma raza, se aprecian unos niveles productivos similares a los ofrecidos por Gil y *cols.*, (2004) en el grupo caprino de COVAP y que sitúan la media productiva en 365.5 kg. Por otra parte Martínez y Peris (2002) obtuvieron unas medias superiores en casi 33 kg., para esta misma raza en un análisis de los datos recabados en el control lechero oficial en la comunidad valenciana durante el período comprendido entre 1995 y 2001. Más elevados si cabe son los niveles productivos hallados por Oliver y *cols.*, (2000) al analizar los datos de control lechero en Castilla La Mancha entre 1996 y 1999.

Al analizar otras razas nacionales, encontramos para la raza Malagueña una media productiva de 432.5 kg. (Oliver y *cols.*, 2001) en lactaciones no estandarizadas. Para la raza Florida se ofrecen unos niveles productivos medios globales de 498.94 kg. (Sánchez y *cols.*, 2005) en lactaciones estandarizadas a 210 días, en un análisis del control de rendimientos de la raza sobre 15 ganaderías y un total de 1580 lactaciones finalizadas. Para la raza Verata, Rabasco y *cols.* (1993) ofrecen valores máximos de 320 kg. en lactaciones de 210 días para cabras con partos múltiples. En la raza Payoya, González (2004), como datos derivados del control lechero oficial correspondiente a la campaña 2003, ofrece una media productiva de 406.5 kg. en 210 días de lactación, sobre un total de 21 ganaderías controladas y un tamaño muestral constituido por 5305 lactaciones. En la Agrupación Caprina Canaria, Camacho (2002) en un análisis de los caracteres productivos del tipo Tinerfeño, refiere una media de producción de 388.06 kg. en lactaciones estandarizadas a 210 días. Superiores son los niveles referenciados por Fresno y *cols.* (1994) para el tipo Majorero que alcanzan los 546.83 kg. En una situación intermedia se sitúa el tipo Palmero con 362.6 kg. (Capote y *cols.*, 1992).

A nivel internacional, la revisión de Haenlein (2007) nos demuestra como nuestra población supera ampliamente los rendimientos de las razas especializadas de países como la India a través de las razas Jamunapari, Barbari y Beetal; la Mamber israelí y la Killis de Turquía, las cuales ofrecen rendimientos máximos de 270 kilos.

También fueron superiores los registros alcanzados en nuestro estudio a los encontrados para razas italianas como la Garganica, Girgentana e Ionica las cuales alcanzan máximos de 350 kg. en 200 días de lactación. Con respecto a las razas selectas internacionales, como Saanen, Alpina, Anglonubiana y Toggenburg, se observa como los niveles alcanzados por ellas en países desarrollados como Francia y Estados Unidos superan en promedio en más de 300 kilos a los obtenidos en este estudio por la raza Murciano-Granadina, si bien en estos casos las lactaciones superaron los 270 días. Estas diferencias se reducen cuando observamos datos de producción en cabras Saanen y Alpina en países como Croacia, donde Mioč y cols. (2007), ofrecen tenores productivos de 426.41 kg. y 641.41.43 kg., respectivamente. Cuando se observan los rendimientos de estas razas en países situados en un área geográfica de clima continental como Argentina, estos rendimientos se colocan en niveles próximos e incluso inferiores a los recabados en este análisis. Tal es el caso de los valores promedio reportados por Paz y cols. (2007) para la razas Saanen y Nubiana en Santiago de Estero, donde las producciones medias fueron de 197.54 y 143.74 kg., respectivamente, en lactaciones estandarizadas a 210 días. Cuando las condiciones de explotación son tropicales o subtropicales, estos niveles caen muy por debajo de los obtenidos en este trabajo. Algo similar apuntan Ribas y Gutiérrez (2000) sobre el comportamiento en Cuba de las razas Saanen, Toggenburg, Alpina y Nubiana, las cuales no rebasan en promedio los 220 kilos en lactaciones de 220 días.

Al analizar los datos de control lechero en Francia (Caprigene France, 2000), sobre las razas Saanen, Alpina, y Poitevine, se encuentran valores productivos de 700-800 kilos en lactaciones de 278 días, cifras que consideramos alcanzables no sólo por la raza Murciano-Granadina sino por otras razas españolas, tras un proceso selectivo adecuado. Esta afirmación cobra mayor fuerza cuando se observa el comportamiento de las ganaderías estudiadas. En primer lugar observamos los niveles modales de producción entre 300 y 400 kilos, en los que se sitúan el 48 % de las ganaderías incluidas en este análisis, pero debemos destacar que un 12.66 % se ubica en niveles de 400-450 kilos, en 210 días de lactación, las cuales podrían estar próximas ya de los niveles franceses.

Debe indicarse que nuestras razas se explotan con lactaciones más cortas debido a que son poliéstricas estacionales, carácter que no poseen las razas centroeuropeas. Esto permite disponer de dos parideras al año, y con ello la posibilidad de suministrar leche a la industria durante todo el año, situación que en países como Francia es casi impensable, viéndose obligados a estacionalizar la

actividad de las industrias o a importar leche durante casi tres meses del año durante los cuales son deficitarios. Por esta razón, no debe compararse de una manera directa las lactaciones de nuestras razas locales con las exóticas, ya que pertenecen a orígenes zootécnicos diferentes.

A la vista de los resultados productivos en función del núcleo de control lechero, puede apreciarse como Córdoba alcanza los máximos niveles productivos, a la vez que mantiene una mayor homogeneidad en dichas producciones. Le siguen por este orden los núcleos de Almería y Granada. Esta situación puede explicarse por el hecho de que Córdoba ha demostrado una clara evolución positiva en el número de animales controlados tanto adultos como en primera lactación (Santos y cols., 2003) sin que haya supuesto una merma en la producción, debido a la incorporación de animales procedentes de ganaderías que se encontraban en control, por lo que productivamente se encuentra en clara expansión. En el caso de Almería los buenos niveles productivos pueden atribuirse a que en este núcleo se viene desarrollando una política de renovación de los efectivos aplicándose una tasa de reposición mayor (Lozano y cols., 2004). El núcleo de Granada demuestra un comportamiento más anárquico, denotándose unos elevados niveles de variabilidad productiva con coeficientes de variación por encima del 38%, situación que sin duda ha repercutiendo en los niveles productivos medios de la población. Desde el punto de vista comparativo este respecto debe indicarse que los niveles productivos alcanzados en Córdoba y Almería son algo superiores a los hallados para esta misma raza por Carrizosa y cols. (1993) con 372.5 kg. y Gutiérrez (1995) con 345.96 kg.

Cuando se analizaron los niveles de producción de leche en función de la época de parto, se encontró que los máximos productivos se registraron en lactaciones que tuvieron su inicio en partos de primavera, seguido muy de cerca por la época de verano; a continuación se sitúa el otoño y, en última instancia, el invierno; si bien las diferencias entre épocas no son excesivamente elevadas. Situación ésta que deja entrever la tendencia creciente hacia una independencia general de las explotaciones de los recursos naturales debido a la intensificación progresiva de los sistemas. En esta misma raza, Fernández y cols. (2005), encontró los máximos productivos en la época de otoño al evaluar la producción lechera en ocho ganaderías de la región de Murcia. Sánchez y cols. (2006), en la raza Florida, encontraron los máximos productivos para las cabras con partos en verano y los mínimos para los partos de primavera.

Los resultados productivos obtenidos en función de la edad al parto denotan un incremento progresivo de la producción hasta los cuatro años de edad, en los que se alcanzan las máximas cantidades de leche. Así Finley y *cols.* (1984), encontraron para diversas razas explotadas en Norteamérica que la producción máxima se alcanzó entre los 24 y 50 meses de edad, con una media para las cuatro razas estudiadas de 40 meses. Iloeje y *cols.* (1980) obtuvieron resultados similares también con cabras criadas en los Estados Unidos, con producciones máximas entre 34-39 meses de edad. Oliver y *cols.* (2001) al analizar la influencia de la edad al primer parto sobre la producción de leche en cabras Murciano Granadina en Castilla la Mancha, encontraron que los máximos niveles productivos se alcanzaron en cabras que parieron con 20-24 meses. De estos datos se deduce claramente que las comparaciones con fines genéticos o de manejo se ven muy dificultadas a la hora de comparar individuos jóvenes y adultos dentro de una misma raza. Hay que tener en cuenta que si la edad a la que se alcanzan las máximas producciones está en cierta medida por la raza, lo está mucho más por las condiciones de alimentación (Sand y McDowell, 1978).

Al analizar la producción de leche en función del número de parto, se observó un aumento desde el primer al cuarto parto en el que se alcanza el máximo productivo, experimentándose un descenso paulatino a partir del quinto parto. Similares resultados fueron los obtenidos por Peris y *cols.* (1997) en la raza Murciano-Granadina. Rota y *cols.* (1993), en la raza Verata, referenciaron los mayores niveles productivos en cabras de cuarta lactación. A nivel internacional Mourad (2001) en cabras Alpinas y Hossain y *cols.* (2004), en cabras Negras Indígenas de Bengala, revelan máximos productivos en cabras de tercer parto. En este sentido ya Rooningen en 1964 y Steine en 1982 encontraron que los rendimientos lecheros aumentaban progresivamente desde la primera hasta la cuarta lactación, debido a que una proporción de los alveolos mamarios desarrollados en la lactación anterior no han involucionado, sumándose a los que se desarrollan en las siguientes y así sucesivamente, hasta que interrumpe esta continuidad (Knight y Peaker, 1982).

Según el tipo de parto la población Murciano Granadina objeto de estudio mostró las mayores producciones cuando los partos fueron triples. Los mínimos registros se hallaron para las lactaciones derivadas de partos que cursaron con aborto. A pesar de que el nivel de lactaciones con aborto, estaba contaminado con las lactaciones con tipo de parto desconocido, los resultados fueron completamente válidos, ya que la inclusión de los tipos de parto desconocidos en el nivel de aborto se llevaba a cabo de forma

totalmente aleatoria. Esto supone que se distribuyeron dentro del nivel aborto, los partos simples, dobles y triples con la misma frecuencia que en la población total. Por este motivo la fuerza estadística de los abortos se hizo evidente en los resultados con valores mínimos.

Gutiérrez y *cols.* (1995), en esta misma raza, hallaron los máximos productivos para cabras con partos triples. Por su parte Vega y *cols.* (1999) encontraron para la raza Florida en lactaciones estandarizadas a 210 días, que los mayores niveles productivos se alcanzaron cuando los partos fueron dobles o superiores, del mismo modo en los casos de abortos las medias alcanzadas fueron las más bajas. A este respecto Browning y *cols.* (1995), en cabras de raza Alpina, observaron para cabras de partos dobles y triples, un incremento en las producciones de leche del 7.6 % y 16.5 %, respectivamente, en relación a las producciones de las cabras con parto simple. Por otra parte, Macciotta y *cols.* (2005), hallaron en la cabra de raza Sarda, una producción de leche del 5.5 % superior en hembras con partos dobles respecto a las de parto simple. De el punto de vista fisiológico Pulina y *cols.* (2005), indican que el mayor desarrollo placentario en gestaciones múltiples, incrementa la concentración de esteroides ováricos y feto-placentarios, hecho que favorece el desarrollo de la estructura mamaria, existiendo una relación directa entre la producción lechera y la concentración del lactógeno placentario. Sobre todo teniendo en cuenta que la cabra es una de las especies en la que el lactógeno placentario juega un importante papel, existiendo una correlación positiva alta entre su concentración sanguínea en las últimas etapas de la lactación y la producción lechera inicial (Larson, 1978). Por otro lado María (1988), establece que las hembras que amamantan más de una cría reciben una mayor estimulación y mejor vaciado de la glándula mamaria, situación que favorece una mayor síntesis de leche debido al continuo gradiente negativo intra-alveolar. En este aspecto, asocian una mayor producción no con el tipo de parto, sino con el número de cabritos que amamanta cada hembra. En este estudio nos inclinamos más por las tesis de Pulina y colaboradores, ya que el estímulo de la succión es escasamente relevante en los animales sometidos a ordeño en los sistemas de explotación predominantes en la cabra Murciano-Granadina, en los que la fase de amamantamiento no va más allá de la fase calostrál de la lactación.

Centrándonos en los resultados de los efectos de los factores no genéticos, se observó como todos los efectos puros introducidos en el modelo multifactorial resultaron altamente significativos. Así mismo resultaron altamente significativas las interacciones dobles núcleo\*año, núcleo\*época y la interacción triple

núcleo\*año\*época. Igualmente resultó altamente significativo el efecto de la ganadería dentro de núcleo de control, situación que pone de relieve que aun agrupando las ganaderías por regiones geográficas de control lechero, el efecto individual de la ganadería adquiere mayor peso, al incluirse bajo este efecto la influencia de otros factores como la alimentación, el manejo o el microclima imperante (León y cols., 2004).

Indudablemente, dentro de los efectos que actúan sobre los caracteres de la producción láctea, destaca sobre los demás el efecto de la ganadería. Así lo observó Camacho (2002) en su estudio sobre la raza Tinerfeña, en el que encontró una alta significación del efecto en el análisis multifactorial y un porcentaje de varianza explicada del 33 %, algo superior al establecido en este análisis que quedó situado en el 30.4 %. Esta gran influencia de la ganadería, demostrada en otras razas españolas (Rabasco, 1990; Hernández, 1991), también ha aconsejado su introducción en los modelos genéticos de análisis (Kominakis, 2000; Manfredi y cols., 2000). Es también destacable la influencia del efecto correspondiente al número de parto que representó, a nivel individual, el 5.4 % de la varianza explicada. Se siguen por este orden, el núcleo de control lechero con un 4.4 %, edad al parto con el 4 % y tipo de parto con un 3.6 %. Menos representativos fueron los efectos del año y la época de parto, que apenas supusieron el 1.5 y 1.4 % de la varianza explicada. Fresno (1993) obtuvo un 2% de la varianza explicada para la edad al parto, en los modelos unifactoriales, similar al 1-2% obtenido por Camacho (2002) para los factores edad al parto y número de lactación. Ambos trabajos contrastan con los niveles del 12-29% apuntados por Steine (1976) para la varianza explicada por este factor.

Para el tipo de parto, Fresno (1993) obtuvo un 16% de la varianza explicada por este factor, nuestros resultados están más próximos a los obtenidos por Camacho (2002), dado que esta autora ofrece valores del 4% de varianza explicada. Algunos autores como Finley y cols. (1984) y Grossman y cols. (1986), no consideran este factor como relevante, pero nuestro punto de vista se corresponde con la tendencia de otros autores internacionales como Steine (1976), Ricordeau y cols. (1979), Hossain y cols. (2004), y también españoles como Subires y cols. (1989); Rabasco y cols. (1993); Gutiérrez y cols. (1995); Camacho (2002) y Gómez y cols. (2003).

### 2.5.2.- Producción de grasa.

Para el total de la población estudiada, la productividad media se situó en 18.39 kg. producidos en 210 días de lactación, lo que supone una proporción media del 5 %. Estos valores están muy próximos a los descritos por Montoro y *cols.* (1999) y Peris y *cols.* (2002), para esta misma raza. Con respecto a otras razas españolas, nuestros resultados son muy similares a los ofrecidos por Sánchez y *cols.* (2006) para la cabra Florida y por Castel y *cols.* (2005) para la cabra Malagueña.

De cualquier forma, nuestros contenidos se ubican en el límite superior del rango propuesto por Gall (1981), localizado entre 3.4 y 4.9%. Por tanto, podemos considerar que la raza Murciano-Granadina se sitúa en un contexto, español, de razas de alto contenido de grasa en la leche, por esa razón nuestros resultados se ubican de manera muy favorable en el panorama internacional, y de forma media en el nacional. Esto se comprueba al analizar los datos de control lechero caprino en Italia (AIA, 2002), donde encontramos porcentajes medios de producción de grasa del 3.10% para la raza Saanen, 3.83% para la Girgentana y del 4.60% para la raza Sarda. En la raza Alpina encontramos porcentajes del 3.93% en Portugal (Pacheco y *cols.*, 1999), del 4.3% en Eslovenia (Kompan, 1998) y del 4.6% en Túnez (Najari y *cols.*, 2000). En torno al 5% es el porcentaje ofrecido por Landau y *cols.* (1995) para la raza Anglo Nubiana en Israel. Más elevados aún son los porcentajes ofrecidos por Zygoiannis (1988) al evaluar los datos productivos de cabras autóctonas en Grecia y que sitúan los índices productivos de grasa en torno al 6%.

Al analizar los datos productivos en función del núcleo de control, se observa que Córdoba ostenta los máximos productivos, seguido por Almería y, finalmente por Granada. Los valores obtenidos para los núcleos de Córdoba y Almería, se encuentran dentro de los rangos ofrecidos por Martínez Navalón y Peris Ribera (2002), para la raza Murciano-Granadina en un análisis del control lechero oficial en la comunidad valenciana.

En el caso de la época de parto, los mayores porcentajes de grasa por lactación se obtuvieron para lactaciones que se iniciaron en verano, a continuación se sitúan las de primavera, y finalmente, y a mayor distancia las lactaciones de otoño e invierno. A este respecto Peris y *cols.* (2002) encontraron para la raza Murciano-Granadina de la comunidad Valenciana y Murciana unos máximos productivos para este componente en el mes de diciembre. Por su parte Gómez y *cols.* (2003)

observaron para esta misma raza, máximos contenidos grasos en las lactaciones con fecha de parto entre agosto y diciembre y mínimos en los partos entre enero y julio. Coincidiendo de este modo con los resultados preliminares obtenidos por Lafuente y cols. (1993).

La producción de grasa en función de la edad al parto, manifestó una mayor producción para cabras de tres años, si bien no manifestó diferencias significativas con las de cuatro y cinco años. El efecto del número de parto puso de manifiesto una clara estabilidad en la producción grasa entre animales de segundo al séptimo parto, si bien los máximos productivos se alcanzaron para cabras de cuarto parto. Similar comportamiento fue el descrito por Garcés y cols. (2004) en esta misma raza y Rota y cols. (1993) en la raza caprina Verata, para lactaciones de 210 días.

Cuando se analiza la producción de grasa en función del tipo de parto se observan unos máximos productivos para cabras de partos triples, mientras que los mínimos niveles tuvieron lugar en el caso de lactaciones que estuvieron antecedidas por casos de aborto. En este aspecto Camacho (2002) encontró los mayores niveles grasos en lactaciones que cursaron con aborto en la raza Tinerfeña, en tanto que Khan y cols. (2004) halló los máximos contenidos grasos en los partos simples y los mínimos para partos triples.

En cuanto al comportamiento por factores destacamos que, en el análisis multifactorial, se aprecia claramente como todos los efectos, así como las interacciones dobles y triples, resultaron altamente significativos.

Con la simplificación del modelo, en los análisis unifactoriales se aprecia como el efecto del rebaño explica un 30.2% de la varianza total, mientras que el resto de factores oscilan en un rango del 1.9% para el año de parto y el 6.5% para el número de parto. Es destacable como para la producción de grasa, el efecto de la época de parto adquiere mayor importancia que en el caso de la producción de leche, pasando a representar 4.3% de la varianza explicada.

### **2.5.3.- Producción de proteína.**

Los niveles registrados en este estudio, sitúan a la raza Murciano-Granadina, con 12.57 kg. de proteína en el periodo de 210 días, que suponen una media porcentual de 3.41%, dentro de los rango establecidos por Gall (1981) para la especie caprina y que este autor los sitúa entre el 2.7 y 4.7%. Idéntico porcentaje es el ofrecido

por Vert y García Trujillo (2006) para esta misma raza, bajo sistemas de explotación intensiva. Algo superiores son los porcentajes de proteína ofrecidos por Rabal y cols. (1995) para esta misma raza, con promedios del 3.75%.

Con respecto al panorama nacional, Castel y cols. (2005) establecen porcentajes medios del 3.6% para la raza Malagueña. Por su parte Sánchez y cols. (2005) referencian porcentajes medios para la raza Florida del 3.54%.

A nivel internacional, cuando se analizan las bases de datos sobre control lechero en Italia (AIA, 2002), pueden hallarse promedios del 3.02% de proteína para la raza Saanen, 3.10% para la raza Camosciata delle Alpi o 3.39% para la raza Girgentana. Para la raza Saanen en Sudáfrica, Donkin y Boyazoglu (2000), ofrecen porcentajes del 2.88% y Mioč y cols. (2007) establecen porcentajes del 3.08% y 3.05%, para las razas Alpina y Saanen, respectivamente, en Croacia.

Los datos productivos concernientes a la proteína en función del núcleo de control, de nuevo sitúan a Córdoba a la cabeza con 14.25 kg., cifras que se traducen en porcentajes promedio del 3.88%. Algo inferiores son los porcentajes ofrecidos por Santos y cols. (2003) al analizar las producciones sobre lactaciones reales en el núcleo de control lechero *Capricovap* en el año 2002, y que en promedio se sitúan en el 3.63%.

Respecto a la época de parto, es en las lactaciones que se inician en verano donde se alcanzaron los mayores niveles de proteína, mientras que en invierno se sitúan los valores más bajos. En este sentido Fernández y cols., (2005), hallaron mayores porcentajes de proteína en la época de otoño al estudiar el efecto de la época de parto sobre la producción lechera de esta raza en diversas ganaderías de la región de Murcia.

La influencia de la edad y número de parto sobre la producción de proteína, puso de relieve que los máximos productivos se alcanzaron para cabras con tres años de edad, en tanto que las cabras de tercer parto dieron lugar a los mayores índices para este componente. Peris y cols. (1997) en la raza Murciano-Granadina, obtuvieron los máximos niveles proteicos para cabras de quinta o superior lactación. En cambio Rota y cols. (1993) no encontró diferencias significativas entre lactaciones para el porcentaje de proteína en la raza caprina Verata. Tampoco mostraron grandes

oscilaciones los porcentajes de proteína entre lactaciones, para la raza Florida (Sánchez y cols., 2006).

La producción de proteína en función del tipo de parto, demostró que las lactaciones derivadas de partos triples arrojaron los mayores porcentajes de proteína, en tanto que los niveles mínimos se obtuvieron en los casos de aborto. Para la raza Murciano-Granadina, Oliver y cols. (2003) observaron una reducción de los porcentajes de proteína al incrementarse el número de cría al parto. A este respecto, Camacho (2002) en la raza Tinerfeña, obtuvo los máximos rendimientos proteicos para los casos de abortos, en tanto que los mínimos niveles se registraron para el caso de los partos simples.

En el análisis multifactorial de la varianza se mantuvo la tónica general de todo el análisis, apreciándose como todos los efectos puros, así como las interacciones incluidas en el modelo de análisis resultaron altamente significativos.

En los análisis unifactoriales de nuevo se denota una alta responsabilidad, sobre la varianza total, del efecto ganadería con el 31.3% explicado, y unos márgenes algo más bajos a los definidos en el caso de la producción de grasa para los efectos restantes, oscilando en este caso entre un 2.4% del año de parto y un 6.6% del efecto núcleo de control lechero.

#### **2.5.4.- Producción de extracto seco.**

Para este componente la media obtenida fue de 50.42 kg., lo que supone un promedio porcentual del 13.73%. Porcentajes del 14.11%, son los registrados por Martínez y Peris (2002) para este componente en datos de control lechero oficial de cabra Murciano-Granadina en la comunidad Valenciana. Salama y cols. (2003) ofrecen, para esta misma, porcentajes del 13.6% de extracto seco en producciones obtenidas con un ordeño diario, y del 12.9% en ordeños dobles.

En referencia a otras razas nacionales, Rota y cols. (1993) establecen porcentajes medios del 13.40% para la raza Verata. Por su parte Gutiérrez y cols. (2005) referencian porcentajes medios para la raza Majorera del 14.75%.

A nivel internacional, Simos y cols. (1991) hallaron porcentajes medios del 14.12% en cabras nativas de Grecia. Superiores son los niveles establecidos por Akinsoyinu y cols. (1982) en la raza Red Sokoto originaria de Nigeria, con porcentajes del 15.70%. Inferiores fueron los porcentajes obtenidos por Sawaya y cols. (1984), para las razas Masri y Aardi de Arabia Saudí, y que fueron del 11.13% y 11.15%, respectivamente.

Los datos ofrecidos por los núcleos de control lechero, y al igual que para el resto de componentes, ratifican los superiores niveles de extracto seco registrados en el núcleo de control de Córdoba con 56.34 kg., que suponen porcentajes del 15.35%. Le siguen los núcleos de Almería con 54.54 kg (14.80%) y Granada con 46.69 kg (12.72%). En datos derivados del control lechero oficial en Castilla La Mancha, Oliver Avilés y cols. (2000), ofrecieron rangos que oscilaron del 14.6% al 15% de extracto en cabras Murciano-Granadinas.

El extracto seco experimentó para la época de parto, un comportamiento similar que para el resto de componentes, es decir, se obtuvieron las mayores cantidades para las lactaciones que se inician en verano, seguido de la primavera y otoño; mientras que en invierno, nuevamente, se sitúan los valores inferiores. Situación diferente fue la descrita por Caballero de la Calle y cols., (2006) al analizar la influencia de la estación del año sobre la composición química de la leche producida en rebaños de cabras cruzadas con Murciano-Granadina donde los mayores porcentajes de extracto seco se alcanzaron en otoño y los mínimos en verano.

Al analizar la influencia de la edad y número de parto sobre la producción de extracto seco, se obtuvieron los máximos productivos para hembras con tres años de edad, en tanto que las cabras de tercer parto dieron lugar a los mayores índices para este componente. En cambio Gómez y cols. (2003) no encontraron diferencias significativas entre partos para este componente en la raza Murciano-Granadina en la comunidad valenciana. Así mismo, Canals y cols. (2003), referencian porcentajes del 14% de extracto seco en cabras Murciano-Granadinas gestionadas por ACRIMUR, tanto para hembras primíparas como para las de segundo parto y sucesivos.

También para la producción de extracto seco en función del tipo de parto, se encontró que en las lactaciones derivadas de partos triples se obtuvieron los mayores niveles de extracto seco, en tanto que las medias más bajas se alcanzaron en los

casos de aborto. En este sentido Gómez y cols. (2003), hallaron los máximos porcentajes de extracto seco para los partos simples, no encontrando diferencias significativas, para este componente, entre las hembras con partos dobles y las que superaron las dos crías al parto.

En el análisis multifactorial de la varianza para el extracto seco, de nuevo se encontró para todos los efectos puros, así como las interacciones incluidas en el modelo de análisis una alta significación. Por lo que respecta a los análisis unifactoriales, el efecto de la ganadería representó el 31.2% de la varianza total. En referencia al resto de efectos se mantuvieron los mismos márgenes que en el caso de la proteína, con porcentajes de varianza explicados que oscilaron entre un 2.1% para el año de parto y un 6.1% del efecto del número de parto, que para este componente adquirió especial relevancia.

## 2.6.- CONCLUSIONES

- La raza Murciano Granadina presenta unos excelentes niveles productivos y de composición lechera en lactaciones estandarizadas a 210 días dentro de los rangos establecidos para la especie caprina.
- El comportamiento productivo de esta raza se caracteriza por una gran variabilidad fenotípica, encontrándose muy influenciado por los efectos fijos estudiados; situación que indica su intensa relación con los sistemas de explotación existentes a la vez que se abren grandes posibilidades para la mejora genética de los caracteres productivos tanto cuantitativos como cualitativos.
- Los valores de los coeficientes determinativos de los análisis de varianza de efectos fijos muestran que, al igual que en otras razas caprinas lecheras, el efecto de la ganadería acapara la mayor proporción de la varianza explicada con respecto al resto de efectos, probablemente por tratarse de un conglomerado de efectos importantes como son el manejo, la alimentación, el microclima, etc.
- Los valores de producción láctea en razas poliéstricas estacionales como la raza Murciano Granadina, son incomparables con las razas exóticas de origen centroeuropeo, ya que la presión comercial para mantener dotada de leche a la industria no obliga a los productores a trabajar con cabras de máxima producción en lactaciones cortas (inferiores a 240 días).
- La raza Murciano Granadina destaca por sus excelentes contenidos lácteos, lo que la define como una raza de magníficas condiciones para la producción de derivados lácteos en el panorama internacional.

## 2.7.- REFERENCIAS

- AIA, Associazione Italiana Allevatori.** 2002. *Bollettino dei controlli della produttività del latte 2002*. Volume VI, Caprini.
- Akinsoyinu, A.O., Tewe, O.O., Ngere, L.O. and Mba, A.U.** 1982. *Milk composition and yield of the Red Sokoto (Maradi) goats in Nigeria*. Dairy Sci. Abstr., 44 Nr. 727.
- Astruc, J.M., Barillet, F., Carta, A., Gabiña, D., Manfredi, E., Moioli, B., Piacère, A., Pilla, A.M., Sanna, S., Sigwald, J.P., Ugarte, E.** 1995. *Use of the animal model for genetic evaluation of dairy sheep and goats in several ICAR member countries. Milk and beef recording: State of the art*. EAAP. Publication. Nº 75, 271-275.
- Barillet, F.** 2007. *Genetic improvement for dairy production in sheep and goats*. Small Rumin. Res., 70: 60-75.
- Browning, Jr. R., Leite-Browning, M.L., Sahl, T.** 1995. *Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats*. Small Rum. Res., 18: 173-178.
- Caballero de la Calle, J.R., Remón, R., Peña, J.C. y Calle, M.I.** 2006. Influencia del tipo de ordeño, el régimen de explotación y la estación del año sobre la composición química de la leche producida en rebaños de cabras cruzadas con raza Murciano-Granadina. Actas de las XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 187-190.
- Camacho, M.E.** 2002. *Estudio de la variabilidad fenotípica y genética de los caracteres productivos del tipo Tinerfeño de la Agrupación Caprina Canaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Canals, A., Castillo, J. y Olivares, A.J.** 2003. *Raza Murciano-Granadina: ACRIMUR (Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano-Granadina). Características productivas de la raza*. Libro de actas de las II Jornadas ibéricas de razas autóctonas y sus productos tradicionales: ganadería ecológica.
- Capote, J.F., López, J.L., Fresno, M.R. y Delgado, J.V.** 1992. *Caracterización de la cabra Palmera. Estudios preliminares*. Terra Árida, 11: 76-82.
- Caprigene France.** 2000. Nº 16. Juin. Pp. 19.
- Carrizosa, J.A., Falagan, A., Urrutia, V. y Lafuente, A.** 1993. *Notas preliminares sobre lactaciones normalizadas de cabras Murciano-Granadinas en Murcia. I. Influencia de la época de parto*. ITEA, Vol. Extr., 12: 3-5.
- Castel, J.M., Micheo, J.M., Mena, Y., Fernández-Cabanás, V., Sánchez, A.** 2005. *Influencia de distintos factores en la cantidad y calidad de la leche producida por*

*cabras de la raza Malagueña*. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 338-340.

- Donkin, E.F., Boyazoglu, P.A.** 2000. *Milk production from goats for households and small-scale farmers in South Africa*. Proceedings 7<sup>th</sup> International Conference on Goats. Vol. 1. Tours (France), pp. 324–326.
- Fernández, C., Mocé, M.L., Gómez, E.A., Garcés, C. y Soler, M.** 2005. *Estudio del efecto de la época de parto sobre la producción lechera en 8 ganaderías de cabras Murciano-Granadina en la región de Murcia*. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 362-364.
- Finley, C.M., Thompson, J.R., Bradford, G.E.** 1984. *Age-parity-season adjustment factors for milk and fat yields of dairy goats*. J. Dairy Sci., 67: 1868-1872.
- Fresno, M.** 1993. *Estudio de la Producción Láctea en la Agrupación Caprina Canaria (A.C.C.)*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, 169 pp.
- Fresno, M., Rodero, J.M., Serrano, I., Delgado, J.V., Capote, J.F., Rodero, A.** 1991. *Evolución de la producción de leche de la población caprina tinerfeña según algunos factores ambientales*. Revista AYMA, 31, 265-267.
- Fresno, M.R., Gómez, J., Molina, A., Darmanin, N., Capote, J.F. and J.V. Delgado.** 1994. Estudio preliminar del rendimiento productivo de la cabra Majorera. Arch. Zootec., 43: 181-186.
- Gall, C.** 1981. *Milk Production*. En: Goat Production. Academic Press. (New York). 617 pp.
- Garcés, C., Fernández, C., Soler, M.D. y Navarro, M.J.** 2004. *Influencia del número de lactación sobre la producción y calidad de la leche de cabra*. Actas de las XXIX Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 112-114.
- Gil, M.J., Santos, R., Sánchez, M., Arrebola, F., Beltrán, M. y Martos, J.** 2004. *Caracterización técnica y correlaciones productivas en el grupo caprino de COVAP*. Actas de las XXIX Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 103-105.
- Gómez, E.A., Silvestre, M.A., Martínez, B. y Peris, C.** 2003. *Caracteres de lactación en cabras Murciano-Granadinas de la Comunidad Valenciana: Estudios preliminares sobre los factores de variación*. X Jornadas de Producción Animal. Zaragoza.
- González Casquet, O.** 2004. *Resultados del control lechero oficial campaña 2003*. Feagas, 25: 121-124.

- Gootwine E., Pollott, G.E.** 2000. *Factors affecting milk production in Improved Awassi dairy ewes.* Anim. Sci., 71: 607-615.
- Grossman, M., Fernando, R.L., Mohammad, W.A., Ali, A.K.A., Shanks, R.D.** 1986. *Correlations between parities for lactation trait in United States dairy goats.* J. Dairy Sci., 69: 1917-1921.
- Gutiérrez, A., De la Fe, C. y Fabelo, F.** 2005. Resultados preliminares de los parámetros de calidad de leche para la raza Majorera de la Isla de Lanzarote. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 62-63.
- Gutiérrez, M.J.** 1995. *Estudio de los caracteres etnozootécnicos y estimación de los parámetros genéticos en el crecimiento y la producción lechera en ganado caprino.* Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Córdoba.
- Gutiérrez, M.J., García, T., Rodero, E., Peña, F. y Herrera, M.** 1995. *Efecto del tipo de parto sobre la producción de leche de cabras Murciano Granadina.* Actas de las XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 515-520.
- Haenlein, G.F.W.** 2007. *About the evolution of goat and sheep milk production.* Small Rumin. Res. 68: 3-6.
- Hossain, S.M.J., Alam, M.R., Sultana, N., Amin, M.R. and Rashid, M.M.** 2004. *Milk production from Indigenous Black Bengal Goat in Bangladesh.* J. Biol. Sci., 4(3): 262-265.
- Iloeje, M.U., Rounsaville, T.R., McDwell, R.E., Wiggans, G.R., Van Vleck, D.** 1980. *Age-season adjustment factors for Alpine, La Mancha, Nubian, Saanen and Toggenburg dairy goats.* J. Dairy Sci., 63: 1309-1316.
- Khan, M.M.H., Islam, M.A., Hossain, M.M., Rahman, M.M. and Islam, M.N.** 2004. *Study of the Qualitative Traits of Milk Collected from Different Kids Bearing and Different Lactating Black Bengals Goats.* Pak. J. Biol. Sci., 7(4): 559-562.
- Knight, C.H., Peaker, M.** 1982. *Development of the mammary gland.* J. Reprod. Fert., 65: 621-626.
- Kominakis, A., Rogdakis, E., Vasiloudis, Ch., Liaskos, O.** 2003. *Genetic and environmental sources of variation of milk yield of Skopelos dairy goats.* Small Rumin. Res., 36: 1-5.
- Kompan, D., Breznik, S., Bitric, D., Drobnic, M.** 1998. *Production and composition of sheep and goat milk in Slovenia.* Stočarstvo, 52 (4), 297-301.
- Lafuente, A., Falagan, A., Urrutia, B., Carrizosa, J.A.** 1993. *Notas preliminares sobre lactaciones normalizadas de cabra Murciano-Granadina en Murcia: II. Efecto número de parto.* Revista ITEA, Vol. Extra, 12: 6-8.

- Landau, S., Perevolotsky, A., Carasso, Y., Rattner, D.** 1995. *Goat husbandry and production systems in Israel*. In: El Aich, A., Landau, S., Bourbouze, A., Rubino, R., Morand-Fehr, P. (Eds.), *Goat Production Systems in the Mediterranean*. EAAP publication No. 71. Wageningen Pers, pp. 136–159.
- Larson, B.L.** 1978. *The dairy goats as a model in lactation studies*. *J. Dairy Sci.*, 61: 1023-1029.
- Le Jaouen, J.C.** 1986. *Composition du lait: De nombreux facteurs*. *Le Chevre*, 153: 10-13.
- León Jurado, J.M., Quiroz Valiente, J., Lozano López, J.M., Camacho Vallejo, M.E., Gómez Torrico, M.S., Martínez Carrillo, E. y Alonso Alejandro, A.** 2004. *Influencia de la región, año y época de parto en la producción y composición de la leche de cabras Murciano-Granadinas*. Memorias del V Simposio Iberoamericano sobre la conservación y utilización de recursos zoogenéticos. Pp. 244-247. Puno (Perú).
- Liu, W., Zhang, Y., Zhou, Z.** 2005. *Adjustment for non-genetic effects on body weight and size in Angora goats*. *Small. Rumin. Res.*, 59: 25–31.
- Lozano, J.M., Martínez, E., Quiroz, J., Llamas, R., Alonso, A., León, J.M.** 2004. *Evolución del control lechero en las ganaderías de la Asociación Nacional de Criadores de caprino de la raza Murciano-Granadina*. Actas de las XXIX Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.
- Macciotta, N.P.P., Fresi, P., Usai, G., Cappio-Borlino, A.** 2005. *Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test-day models*. *J. Dairy Res.*, 72: 470-475.
- Manfredi, E., Serradilla, J.M., Leroux, C., Martin, P., Sánchez, A.** 2000. *Genetics for milk production*. 7<sup>th</sup> International Conference on goats, France. 191-196.
- María Levriño, G.A.** 1988. *Estudio y puesta a punto de un método simplificado de control lechero cualitativo en la raza ovina Latxa y su inclusión en el plan de selección*. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Zaragoza.
- Martínez Navalón, B. y Peris Ribera, C.** 2002. *El control lechero oficial de la cabra Murciano-Granadina en la Comunidad Valenciana (1995-2001)*. Actas de las XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 296-301.
- Mioč, B., Pavić, V., Borać, Z., Prpić, Z., Vnučec, I.** 2007. *Milk yield of some goat breeds in Croatia*. *Mljekarstvo*, 57 (1): 67-77.
- Montoro, V., Pérez-Guzmán, D., González, E., Aguado, J.** 1999. *Milk recording of goats in Castilla-La Mancha. Milking and milk production of dairy sheep and*

goats. 6<sup>th</sup> International Symposium on the Milking of Small Ruminants. EAAP, 95: 450-452.

- Mourad, M.** 2001. *Estimation of repeatability of milk yield and reproductive traits of Alpine goats under intensive system of production in Egypt*. Small Rumin. Res., 42: 1-4.
- Najari, S., Ben Hammouda, M., Khaldi, G., Khorchain, T.** 2000. *Improvement of goat production in arid regions by the use of exotic breeds*. Proceedings 7<sup>th</sup> International Conference on Goats. Vol. 1. Tours (France), pp. 211–213.
- Nicoll, G.B., Bigham, M.L., Alderton, M.J.** 1989. *Estimates of environmental effects and genetic parameters for live weights and fleece traits of Angora goats*. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 49: 183–189.
- Oliver Avilés, F., Rodríguez Padilla, J.C., Pérez-Guzmán Palomares, M.D. y Montoro Angulo, V.** 2000. *Evolución del control lechero oficial en Castilla La Mancha entre los años 1996 y 1999*. Actas de las XXV Jornadas Científicas y IV Jornadas Internacionales de la Sociedad Española Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 515-518.
- Pacheco, F., A. Monteiro, Z. Lopes, M. Barros, F. Barillet.** 1999. *Milk recording of goat milk in the Minho region (Portugal)*. In: Zervas, N.P. (Ed.), *Milking and milk production of dairy sheep and goats*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on the Milking of Small Ruminants, EAAP Publication No. 95. Athens, Greece, pp. 460–462.
- Paz, R.G., Togo, J.A. y López, C.** 2007. *Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina)*. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, Nº 2: 161 – 165.
- Peris, C., Segura, C., Palomares, J.L., Rodríguez, M., Díaz, J.R., Fernández, N.** 2002. *La calidad de la leche de cabra producida en las comunidades autónomas de Valencia y Murcia*. Actas de las XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 360-366.
- Peris, S., Caja, G., Such, X., Casals, R., Ferret, A., Torre, C.** 1997. *Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano-Granadina dairy goats*. J. Dairy Sci. 80: 3249-3255.
- Pulina, G., Battacone, G., Nudda, N.** 2005. *L'alimentazione della capra da latte*. Pulina G. Ed. Avenue Media<sup>®</sup>, Bologna: 9-25.
- Rabal Hidalgo, F., Corrales Romero, J.C., Sánchez López, A.** 1996. *Resultados productivos de la cabra Murciano-Granadina en los Núcleos de Control Lechero*

de Murcia y Valencia en 1995. Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 833-839.

- Rabasco, A.** 1989. *Caracteres de producción lechera en la raza Verata: factores de variación, parámetros genéticos y esquemas alternativos de selección.* Tesis doctoral. Universidad de Extremadura, pp 335.
- Rabasco, A., Serradilla, J.M., Padilla, J.A. and Serrano, A.** 1993. *Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats.* Small Rumin. Res., 11: 151-161.
- Real Decreto 368/2005**, de 8 de abril, *por el que se regula el control oficial del rendimiento lechero para la evaluación genética en las especies bovinas, ovina y caprina.* M.A.P.A.
- Ribas, M., Gutiérrez, M.** 2000. Goat milk production in Cuba: first results in specialized breeds. Proceedings 7<sup>th</sup> International Conference on Goats. Vol. 1. Tours (France), p. 262.
- Ricordeau, G., Bouillon, J., Sánchez, F., Mocquot, J.C, Lajous, A.** 1979. *Amelioration génétique des caprins. Facteurs favorisant ou limitant le progres génétique.* 5<sup>a</sup> Journées de la recherche ovine et caprine. 403-426. INTA-ITOVIC. París.
- Rooningen, K.** 1964. *Effect of age on milk yield in goats.* Anim. Breed. Abstr., 33: 436.
- Salama, A.A.K., Such, X., Caja, G., Rovai, M., Casals, R., Albanell, E., Marín, M.P. and Martí, A.** 2003. *Effects of Once Versus Twice Daily Milking Throughout Lactation on Milk Yield and Milk Composition in Dairy Goats.* J. Dairy Sci., 86: 1673–1680.
- Sánchez, M., Fernández, E., García, J. y Muñoz, E.** 2005. *Resultados de control lechero oficial en la raza Florida.* Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 403-405.
- Sánchez, M., Fernández, E., Martí, D. y Muñoz, E.** 2006. *Influencia de época y número de parto en los parámetros de producción y calidad de leche en la Raza Florida.* Actas de las XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 191-194.
- Sand, M., McDowell, E.R.** 1978. *The potential of the goat for milk production in the tropics.* Department of animal science. Cornell University-Ithaca, New York, pp. 53.
- Santos, R., Gil, M.J., Sánchez, M. y Arrebola, F.** 2003. *Producción lechera en el núcleo Capricovap.* Actas de las XXVIII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 135-138.

- Santos, R., Gil, M.J., Sánchez, M. y Arrebola, F.** 2003. *Producción lechera en el núcleo Capricovap*. Actas de las XXVIII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 135-138.
- SAS.** 2001. SAS® 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sawaya, W.N., Safi, W.J., Al-Shalhat, A.F. and Al-Mohammad, M.M.** 1984. *Chemical Composition and Nutritive Value of Goat Milk*. J. Dairy Sci., 67:1655-1659.
- Serradilla, J.M.** 2001. *Use of high yielding goat breeds for milk production*. Liv. Prod. Sci. 71: 59-73.
- Simos, E., Voutsinas, L.P. and Pappas, C.P.** 1991. *Composition of milk of native Greek goats in the region of Metsovo*. Small Rumin. Res., 4: 47-60.
- Singh, D.K., Singh, N.S., Singh, L.B.** 2000. *Non-genetic factors affecting growth of Beetal halfbred kids*. Indian J. Anim. Sci. 70: 1165–1166.
- Singh, R.N., Achargya, R.M., Biswas, D.K.** 1970. *Evaluation of genetic and non-genetic factors affecting some economic traits in goat*. Acta Agriculturae Scandinavica, 20: 10-14.
- Steine, T.** 1982. *Principles of selection for milk production on dairy goats*. Proceedings of 3<sup>th</sup> International Conference on Goat Production and Disease. Tucson, Arizona: 19-22.
- Steine, T.A.** 1976. *Genetic and phenotypic parameters for production characters in goats*. Meld. Nor. Landbrukshogsk. 55, 19.
- Subires, J., Lara, L., Ferrando, G. y Boza, J.** 1989. *Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra. II. Efecto de la edad y del tipo de parto sobre la producción lechera*. Arch. Zootec., 38 (142): 237-248.
- Taddeo, H.R., Allain, D., Mueller, J., de Rochambeau, H.** 1998. *Factors affecting fleece traits of Angora goat in Argentina*. Small Rumin. Res., 28: 293–298.
- Torstein, A. and Steine, T.** 1986. *Principles of selection for milk production in dairy goats*. J. Dairy Sci., 69. 19-22.
- Vega, J.** 1999. *Caracterización de la producción lechera en la raza caprina Florida*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Vert, I. y García Trujillo, R.** 2006. *Estudio del efecto del sistema de producción sobre la cantidad y composición de leche de cabra de la raza Murciano-Granadina*. Actas de las XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 195-197.
- West, J.W., Mullinix, B.G., Bernard, J.K.** 2003. *Effect of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake and milk yield of lactating dairy cows*. J. Dairy Sci., 86: 232-242.

**Wiggans, G.R., Van Vleck, L.D. and Dickinson, F.N.** 1986. *Projection factor of goat lactation records*. J. Dairy Sci., 62: 797-801.

**Zygoyiannis, D.** 1988. Performance of goats in Greece as affected by season of kidding. World Rev. Anim. Prod., 24: 31–36.

## **Capítulo III:**

ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL  
LECHERO

### 3.1.- RESUMEN

El objetivo propuesto en el presente capítulo fue contabilizar el número de controles y los registros medios conseguidos en producciones diarias en un periodo de la evolución de los tres núcleos de control lechero (Granada, Almería y Córdoba) pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina, con la finalidad de detectar los puntos en los que se producen las mayores deficiencias tratando de identificar los puntos críticos en el funcionamiento de los núcleos de control lechero, sobre los que poder trabajar en futuras experiencias.

Este periodo se fijó en los años comprendidos entre 1992 y 2006, para los núcleos de control de Granada y Almería, y entre el año 2000 y 2006 para el núcleo de Córdoba. Se ha utilizado como base del análisis el número de controles realizados en el seno del núcleo de control con respecto a la leche producida por día de control y animal, así como para el contenido de la misma en grasa y proteína en función del año y mes de control, número de parto, número de orden de control lechero y tipo de parto.

Como conclusiones generales de este estudio destaca la evolución positiva en la eficacia del control lechero del núcleo de control de Granada, situación que viene dada por el progresivo incremento en el número de controles efectuados a lo largo de los años analizados, la buena distribución de los controles lecheros a lo largo del año y el correcto seguimiento en campo de los animales durante la lactación. Así mismo se evidenció una elevada longevidad productiva de los animales pertenecientes al núcleo de control de Almería, así como una tendencia a la reducción de la estacionalidad de la producción láctea. Quizá el núcleo de control de Córdoba demostró los mayores niveles de eficacia en el control lechero basada en la gran constancia del número de controles en las distintas categorías y la gran coordinación de la información cuantitativa y cualitativa de la leche.

**Palabras clave:** Rendimiento lechero, distribución, puntos críticos

## ABSTRACT

The objective proposed in the present chapter was to count the number of controls and the mean records gotten in daily productions in a period of the evolution of the three milking control nuclei (Granada, Almeria and Cordoba) belonging to the National Association of Breeders of Murciano Granadina goat breed. The purpose was to detect the points where the biggest deficiencies take place, trying to identify the critical points of the milking control, to work in future experiences in its improvement.

We took into account the years between 1992 and 2006, for the control nuclei of Granada and Almeria, and among the year 2000 and 2006 for the nucleus of Cordoba. It has been used as a base for the analysis of the number of controls carried out in the breast of the nucleus with regard to the milk taken place by day of control and animal, as well as for the content of the same one in fat and protein in function of the year and month of control, kidding number, number of milk control and type of kidding.

As general conclusions of this study is highlighted the positive evolution in the effectiveness of the milking control in the nucleus of control of Granada, situation given by the progressive increment in the number of controls made along the analyzed years, the good distribution of the milk controls along the year and the correct following up in field of the animals during the lactation. Also a high productive longevity of the animals belonging to the nucleus of control of Almeria was evidenced, as well as a tendency to be reduced the concentration of the milk production among the year. The nucleus control of Cordoba maybe demonstrated the biggest levels of effectiveness in the milk control based on the great perseverance of the number of controls in the different categories and the great coordination of the quantitative and qualitative information.

**Key words:** Milk yield, distribution, critical points.

### 3.2.- INTRODUCCIÓN

Según define Flammant (1998) el control productivo, en este caso lechero, es el proceso dedicado a la recolección de la información que rodea a los animales en sus unidades de producción y completada con su procesado, interpretación y difusión de resultados con la perspectiva de tomar decisiones para la cría animal de las futuras generaciones. Este proceso desarrolla y moviliza una completa organización, es más una red de trabajo social que sólo un procedimiento técnico, por ello se la considera no sólo una herramienta estrechamente ligada a los objetivos a alcanzar dentro de los programas de cría, sino que además según Hammond y Galal (2000), es un motor de desarrollo para todas las acciones dedicadas a la mejora de la productividad y eficacia global de los sistemas de explotación animal.

El control lechero en pequeños rumiantes ha seguido siempre las pautas e incorporando los esquemas utilizados para el ganado vacuno y su desarrollo estuvo fundamentalmente impulsado por los investigadores del ITOVIC (Institut Technique de l'élevage ovine et caprine) (Martín y cols., 1989). En Francia los controles lecheros caprinos se inician en 1961, apoyados por el INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), llevándose a cabo los cálculos de producción lechera por el método de Fleischmann o del dato centrado. No obstante, la organización del control lechero consiguió plena instauración en 1968 lográndose un notable incremento del número de controles, que mejoraron tanto a nivel cuantitativo como cualitativo (Fresno, 1989).

En España los primeros controles en ganado caprino se iniciaron en 1973 en la raza Murciano Granadina, controlándose durante el año 1988 un total de 15558 cabezas. La producción lechera, al igual que en el control lechero francés, se calculaba por el método de Fleischmann (Fresno, 1989).

Sin embargo, aun hoy, la rutina de control lechero y su aplicación crea para razas lecheras autóctonas españolas problemas para la obtención de datos que mantengan sobre todo una continuidad en el tiempo que los haga útiles a la hora de su utilización en valoraciones genéticas. El segundo problema que se plantea es la escasa información genealógica de los datos disponibles, lo que aún dificulta y limita más el rendimiento de esos datos (Camacho, 2002).

En este contexto y teniendo en cuenta que la función fundamental de los núcleos de control lechero es el dotar a los esquemas de selección de una información genealógica, productiva y ambiental de calidad, se propuso como objetivo principal en el presente capítulo fue contabilizar el número de controles y los registros medios conseguidos en producciones diarias en un periodo de la evolución de los tres núcleos de control lechero (Granada, Almería y Córdoba) pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina, con la finalidad de testar la eficacia con la que se viene efectuando el control de rendimientos lecheros en esta asociación y de este modo detectar los puntos en los que se producen las mayores deficiencias.

### **3.3.- MATERIAL Y MÉTODOS**

En el presente trabajo se ha empleado como base de información el archivo histórico de los registros obtenidos en los Núcleos de Control Lechero de Granada y Almería durante los años comprendidos entre 1992 y 2006, y entre el año 2000 y 2006 para el de Córdoba. Con esta información se realizó en primer lugar un recuento del número de controles en general y clasificados de acuerdo a los niveles de los siguientes factores: año de control, mes de control, número de parto de la cabra, número de control y el tipo de parto.

Como base experimental se dispuso de un total de 275678 controles individuales de leche total, 252360 observaciones de contenido graso por control y 253273 de contenido proteico, efectuados sobre 18900 cabras pertenecientes a 98 ganaderías adscritas al Núcleo de Granada. En el Núcleo de Control de Almería se utilizaron un total de 98358 controles individuales de leche total, 91803 observaciones de contenido graso y 92050 de contenido en proteína sobre un total de 7340 hembras en 32 ganaderías. Para el Núcleo de Córdoba fueron empleados un total 110324 controles individuales de leche total, 104821 controles de contenido graso y 106058 de contenido proteico registrados sobre 6451 hembras pertenecientes a 29 ganaderías.

Sobre la información obtenida para las variables: kilogramos de leche total, porcentaje graso y porcentaje de proteína, se trabajó sobre la producción en control diario y sobre las frecuencias de controles en función de los siguientes criterios de clasificación: año de control, mes, número de parto de la hembra,

número de control y tipo de parto. Utilizando el procedimiento PROC.MEANS del paquete estadístico S.A.S versión 8.2 (SAS, 2001) se calcularon las medias correspondientes a cada criterio de clasificación así como el recuento de observaciones por cada uno de ellos.

### 3.4.- RESULTADOS

#### 3.4.1.- Núcleo de Granada

La distribución de los controles lecheros efectuados en este núcleo de control a lo largo de los años en estudio (**Tabla 3.1**), pone de manifiesto que tanto en leche total, como en porcentaje de grasa y proteína se observa un aumento notable en el número de controles realizados a partir del año 1997.

Los valores encontrados para la producción promedio, tanto de leche total como en porcentajes de grasa y proteína, fueron bastante estables a lo largo del estudio. Del mismo modo puede denotarse como a partir del año 2000 tiene lugar una notable reducción de las diferencias entre el número de controles de producción total y los componentes grasa y proteico.

**Tabla 3.1.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos años de control, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Año	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1992	130 (1.86)	81 (4.98)	81 (3.66)
1993	74 (2.04)	47 (5.51)	47 (3.99)
1994	311 (2.13)	262 (5.16)	262 (3.81)
1995	453 (1.80)	436 (5.09)	436 (3.58)
1996	2112 (1.79)	1710 (5.66)	1710 (3.61)
1997	15244 (1.64)	13008 (5.32)	13006 (3.63)
1998	13375 (1.57)	7870 (5.33)	7871 (3.51)
1999	16416 (1.70)	13395 (5.07)	13395 (3.40)
2000	21771 (1.71)	19824 (5.15)	19818 (3.34)
2001	24056 (1.63)	23460 (5.44)	23459 (3.34)
2002	30092 (1.65)	29645 (5.24)	29644 (3.37)
2003	27228 (1.77)	24517 (5.30)	24516 (3.52)
2004	33622 (1.61)	31101 (5.31)	31100 (3.73)
2005	29420 (1.63)	27604 (5.33)	27910 (3.80)
2006	36560 (1.74)	35562 (5.41)	35984 (3.54)

Para el caso del mes de control (**Tabla 3.2**) se aprecia una notable estabilidad en el número de controles efectuados entre los distintos meses del año, hecho a tener en cuenta a la hora de efectuar la programación de los recursos humanos y materiales disponibles. La producción diaria observada para la producción de leche, osciló entre mínimos de 1.49 kg. en el mes de septiembre a unos valores máximos de 1.81 kg. en enero. Si bien el máximo valor graso y proteico se obtuvo en los meses de octubre a enero y los mínimos entre mayo y agosto. Los mayores controles efectuados para producción de leche, grasa y proteína se registraron en marzo, en el extremo opuesto se situó el mes de agosto.

Al igual que en el caso del año de control se observa como la disponibilidad de controles cualitativos se sitúa en niveles próximos a la de los controles cuantitativos para una misma clase para los diferentes meses del año.

**Tabla 3.2.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos meses del año, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Mes	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
Enero	24696 (1.81)	22293 (5.72)	22370 (3.65)
Febrero	27564 (1.74)	24599 (5.52)	24826 (3.56)
Marzo	31518 (1.72)	28880 (5.29)	29001 (3.48)
Abril	31550 (1.74)	29024 (5.07)	29119 (3.45)
Mayo	30246 (1.67)	27108 (4.97)	27144 (3.40)
Junio	28415 (1.59)	26800 (4.90)	26803(3.41)
Julio	26078 (1.51)	24464 (4.89)	24541 (3.36)
Agosto	1995 (1.50)	1949 (4.95)	1951 (3.42)
Septiembre	15602 (1.49)	14665 (5.33)	14682 (3.64)
Octubre	18307 (1.54)	17270 (5.70)	17314 (3.76)
Noviembre	17295 (1.69)	16307(5.86)	16406(3.81)
Diciembre	22412 (1.78)	19001 (5.87)	19116 (3.68)

En cuanto a los resultados generales que se extraen de la observación del número de controles disponibles para cada número de parto (**Tabla 3.3**), destaca en primer lugar el descenso progresivo de los controles efectuados a lo largo de la vida productiva de los animales, más acusado a partir del sexto parto. Así mismo tiene lugar una gran concentración de la información productiva recabada dentro de los cinco primeros partos.

Al igual que en apartados anteriores se observa como la disponibilidad de controles cualitativos se encuentra en concordancia con el de controles cuantitativos para una misma clase, hecho que habla de una notable eficacia en el control lechero.

**Tabla 3.3.-** Distribución de los números de controles disponibles en función del número de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	77478 (1.49)	71013 (5.32)	71268 (3.52)
2º	69309 (1.70)	62958 (5.29)	63240 (3.54)
3º	52516 (1.79)	48408 (5.32)	48621 (3.56)
4º	32310 (1.80)	29679 (5.31)	29762 (3.54)
5º	18858 (1.77)	17276 (5.35)	17329 (3.54)
6º	11411 (1.70)	10387 (5.32)	10409 (3.52)
7º	6820 (1.68)	6263 (5.40)	6262 (3.52)
8º	3919 (1.53)	3590 (5.42)	3592 (3.56)
9º	1876 (1.43)	1714 (5.49)	1717 (3.58)
10º	711 (1.48)	649 (5.34)	650 (3.54)
11º	246 (1.32)	225 (5.36)	226 (3.51)
12º o superior	224 (1.55)	198 (5.46)	197 (3.60)

Cuando se analiza la evolución del número de controles a lo largo de la lactación (**Tabla 3.4**), se asiste a una situación que podría calificarse como muy eficiente, ya que se aprecia con claridad como, en el caso de la leche, casi un 75 % de los animales alcanza el séptimo control, lo que supone un gran porcentaje de lactaciones válidas. Muy similar es la situación en el contenido graso y proteico, en los cuales más del 75 % de los individuos en control alcanzan el séptimo control.

Los rendimientos por el contrario son muy estables a lo largo de la lactación, aunque se aprecia perfectamente el comportamiento de la lactación en esta raza, alcanzándose los picos productivos en los primeros dos controles para iniciar desde aquí un continuo descenso hasta el secado. En cuanto al funcionamiento del núcleo, debemos destacar como el volumen de información cuantitativa y cualitativa está prácticamente equilibrado a lo largo de toda la lactación.

**Tabla 3.4.-** Distribución de los controles disponibles en función del número de orden de control lechero, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Control	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	35602 (1.86)	32534 (5.19)	32659 (3.41)
2º	35663 (1.95)	32661 (5.21)	32788 (3.39)
3º	35638 (1.85)	32556 (5.21)	32686 (3.47)
4º	35510 (1.72)	32141 (5.26)	32216 (3.50)
5º	35311 (1.58)	32387 (5.30)	32466 (3.56)
6º	33562 (1.47)	30483 (5.41)	30618 (3.61)
7º	26698 (1.44)	24517 (5.42)	24578 (3.65)
8º	16157 (1.45)	15058 (5.45)	15125 (3.64)
9º	9197 (1.40)	8521 (5.54)	8542 (3.72)
10º	4891 (1.43)	4552 (5.64)	4569 (3.80)
11º	2751 (1.42)	2553 (5.61)	2577 (3.82)
12º o superior	4698 (1.47)	4397 (5.85)	4449 (3.83)

En el estudio del tipo de parto destaca el gran equilibrio entre las observaciones de las clases más altas, sobre todo evidentes en los partos cuádruples y superiores (**Tabla 3.5**). El mayor número de controles recabados tuvieron lugar para los casos de abortos, seguidos por este orden por los partos dobles, simples, triples y cuádruples; debido a que se registraron como aborto también los tipos de parto de los que se carecía de información.

En cuanto a las producciones promedio únicamente reseñar que se pone de manifiesto unas mayores producciones para partos cuádruples o superiores y mínimas para partos simples. Los porcentajes de grasa descendieron, en mayor o menor medida, cuando se incrementaban las producciones de leche, en tanto que los porcentajes de proteína demostraron escasas oscilaciones. En este caso los abortos no fueron contaminados por otros tipos de parto desconocidos.

**Tabla 3.5.-** Distribución de los controles disponibles en función del tipo de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Tipo de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
Simple	54009 (1.54)	50740 (5.37)	51187 (3.61)
Doble	67192 (1.78)	63655 (5.38)	64056 (3.60)
Triple	7067 (2.03)	6774 (5.30)	6817 (3.60)
Cuádruple o Superior	403 (2.22)	391 (5.11)	390 (3.58)
Aborto con lactación	146899 (1.65)	130692 (5.27)	130714 (3.47)

### 3.4.2.- Núcleo de Almería

Cuando se analizan los controles lecheros efectuados a lo largo de los diferentes años en estudio para el núcleo de control lechero de Almería (**Tabla 3.6**), puede apreciarse que a partir del año 1996 tiene lugar un incremento notable de la información tanto para la producción de leche, como de su composición en porcentaje de grasa y proteína. Este incremento de la información productiva se mantiene de forma progresiva hasta el año 2000, a partir del cual se entra en una fase de alternancia con incrementos y descensos de los controles lecheros efectuados. Así se llega al año 2006 en el que se registraron los mayores volúmenes de información. Las medias productivas encontradas para la producción promedio de leche total registraron valores superiores a los 2 kg./día, hasta el año 1997. A partir de ese año los valores promedio de producción de leche, entran en una fase de estabilidad oscilando de los 1.74 a 2.02 kg./día. Los porcentajes de grasa y proteína demostraron un comportamiento mucho más anárquico. En relación a la eficacia del control lechero es destacable el gran equilibrio encontrado entre la información de campo para la producción de leche y la información laboratorial sobre la composición de grasa y proteína. Puede denotarse como los mayores desequilibrios entre ambas informaciones tuvieron lugar en el año 2001.

**Tabla 3.6.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos años de control, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

<b>Año</b>	<b>Leche (kg./día)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>
<b>1992</b>	359 (2.59)	343 (5.24)	343 (3.62)
<b>1993</b>	359 (2.46)	333 (5.31)	333 (3.66)
<b>1994</b>	602 (2.61)	538 (4.94)	538 (3.53)
<b>1995</b>	466 (2.63)	465 (5.65)	465 (3.63)
<b>1996</b>	595 (2.31)	551 (5.47)	551 (3.45)
<b>1997</b>	2498 (2.22)	2060 (5.58)	2060 (3.51)
<b>1998</b>	4770 (1.74)	4173 (5.76)	4173 (3.57)
<b>1999</b>	7413 (1.83)	7272 (5.38)	7271 (3.66)
<b>2000</b>	9758 (1.98)	9224 (5.28)	9224 (3.77)
<b>2001</b>	8229 (1.82)	6923 (5.14)	6923 (3.78)
<b>2002</b>	11197 (1.96)	10821 (4.96)	10821 (3.66)
<b>2003</b>	9364 (1.97)	9232 (5.48)	9232 (3.69)
<b>2004</b>	12716 (1.74)	11763 (5.12)	11762 (3.75)
<b>2005</b>	9494 (1.84)	8744 (5.17)	8799 (3.54)
<b>2006</b>	12826 (2.02)	12142 (5.22)	12298 (3.47)

La distribución de los controles lecheros a lo largo de los meses del año (**Tabla 3.7**) indica mayor estabilidad si cabe que en el núcleo de control de Granada con los beneficios en la gestión de la actividad a lo largo del año que ello supone.

Así mismo se percibe una gran constancia en la producción media diaria de leche a lo largo del año. Aun así puede observarse como las mayores producciones diarias se encuentran entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, y los mínimos niveles en junio, julio y agosto. Es de destacar el paralelismo experimentado por los porcentajes de grasa y proteína, en cuanto a las oscilaciones experimentadas a lo largo del año. De reseñar también es la gran homogeneidad encontrada en el número de controles disponibles para leche, grasa y proteína, comportamiento únicamente no experimentado por el mes de agosto con una descompensación anormalmente alta del 28.63 %.

**Tabla 3.7.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos meses del año, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Mes	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
<b>Enero</b>	10715 (1.93)	10204 (5.60)	10238 (3.78)
<b>Febrero</b>	11458 (1.90)	11050 (5.42)	11072 (3.71)
<b>Marzo</b>	11653 (1.92)	10909 (5.11)	10926 (3.62)
<b>Abril</b>	11220 (1.92)	10716 (4.99)	10727 (3.54)
<b>Mayo</b>	10594 (1.90)	9747 (4.88)	9765 (3.46)
<b>Junio</b>	8387 (1.78)	7427 (4.89)	7440 (3.44)
<b>Julio</b>	5295 (1.78)	4606 (4.74)	4609 (3.37)
<b>Agosto</b>	3576 (1.89)	2552 (4.75)	2552 (3.41)
<b>Septiembre</b>	3904 (2.01)	3678 (5.03)	3704 (3.54)
<b>Octubre</b>	4856 (2.00)	4766 (5.54)	4789 (3.80)
<b>Noviembre</b>	6950 (2.01)	6677 (5.74)	6707 (3.88)
<b>Diciembre</b>	9750 (1.92)	9471 (5.82)	9521 (3.83)

El análisis de la distribución de los controles de rendimientos a lo largo de la vida productiva de los animales en producción lechera para el núcleo de control de Almería (**Tabla 3.8**), pone de manifiesto una superior incorporación al control lechero oficial de cabras en segunda lactación, así como también se observa una gran concentración de controles efectuados tanto para producción de leche como para los análisis de grasa y proteína dentro de los cinco primeros

partos. Así mismo y a pesar de no existir una gran representatividad en los controles efectuados a partir de la quinta lactación, si se aprecian unos buenos niveles productivos diarios para animales de séptima y octava lactación. Los porcentajes de grasa se incrementaron al descender los niveles medios de producción diaria de leche, en tanto que la proteína mantuvo unos porcentajes más estables a lo largo de las diferentes lactaciones. La compensación entre los datos de control lechero y los de grasa y proteína fue muy aceptable a lo largo de las distintas lactaciones controladas, si bien los mayores desfases se observaron para animales de décimo y undécimo parto.

**Tabla 3.8.-** Distribución de los números de controles disponibles en función del número de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	19468 (1.63)	17984 (5.13)	18073 (3.60)
2º	26804 (1.95)	24949 (5.19)	25019 (3.63)
3º	20804 (2.04)	19568 (5.25)	19623 (3.65)
4º	13946 (2.04)	13056 (5.35)	13075 (3.65)
5º	8328 (1.97)	7745 (5.39)	7749 (3.66)
6º	4870 (1.92)	4595 (5.40)	4602 (3.67)
7º	2327 (1.85)	2203 (5.51)	2206 (3.69)
8º	1150 (1.82)	1087 (5.42)	1087 (3.63)
9º	477 (1.70)	443 (5.32)	443 (3.58)
10º	135 (1.58)	130 (5.37)	130 (3.54)
11º	49 (1.70)	43 (5.86)	43 (3.42)
12º o superior	-	-	-

Quizá la frecuencia por número de control que puede observarse en la **Tabla 3.9** sea la información más eficiente para analizar los trabajos del núcleo. Aquí se observa como casi el 75 % de las lactaciones que se inician alcanzan el séptimo control, lo que supone una gran eficacia en el control porque significa que el cociente entre animales controlados y lactaciones terminadas, de acuerdo con la normativa española (R.D. 368/2005) y las recomendaciones del ICAR (ICAR, 1990), es muy alto; mucho más si descontáramos los animales que sólo se controlan una vez y las primíparas que tienen filtros de validación más laxos.

Con estas observaciones apreciamos el comportamiento de la curva de lactación de la población para este núcleo de control que comienza con unos niveles máximos en los primeros controles para después iniciarse un descenso

continuo hasta el secado. Los porcentajes de grasa y proteína se incrementaron a medida que descendían los niveles productivos medios diarios de leche. En cuanto a la homogeneidad de la información registrada entre controles cuantitativos y cualitativos debe hacerse mención a que las mayores descompensaciones tuvieron lugar entre el sexto y el octavo control, es decir hacia el final de la lactación.

**Tabla 3.9.-** Distribución de los controles disponibles en función del número de orden de control lechero, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Control	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	13961 (2.16)	13164 (5.12)	13209 (3.50)
2º	14016 (2.15)	13446 (5.22)	13473 (3.55)
3º	14019 (2.06)	13386 (5.21)	13416 (3.63)
4º	14019 (1.91)	13423 (5.22)	13449 (3.65)
5º	14012 (1.83)	13215 (5.21)	13244 (3.67)
6º	13943 (1.67)	12559 (5.31)	12592 (3.70)
7º	10453 (1.59)	8966 (5.44)	8994 (3.75)
8º	2826 (1.54)	2589 (5.54)	2605 (3.76)
9º	684 (1.69)	647 (5.58)	656 (3.72)
10º	216 (1.62)	211 (6.01)	212 (3.78)
11º	120 (1.53)	116 (6.10)	117 (3.79)
12º o superior	89 (1.66)	81 (6.11)	83 (3.92)

El tipo de parto para el núcleo de control de Almería (**Tabla 3.10**) dejó entrever que el mayor número de controles tanto de producción de leche, como de composición de grasa y proteína se realizaron para los partos dobles, si bien se aprecia una compensación generalizada entre la información cuantitativa y cualitativa. Las mayores producciones diarias de leche se alcanzaron para los partos cuádruples o superiores y para los partos triples. Los porcentajes de grasa se elevaron al descender la producción de leche, en tanto que la proteína se mantuvo en unos porcentajes poco o nada oscilantes.

**Tabla 3.10.-** Distribución de los controles disponibles en función del tipo de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Tipo de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
Simple	22380 (1.72)	21000 (5.19)	21093 (3.61)
Doble	52992 (1.99)	49759 (5.26)	49897 (3.63)
Triple	5630 (2.23)	5239 (5.17)	5251 (3.62)
Cuádruple o Superior	307 (2.24)	291 (5.09)	291(3.64)
Aborto con lactación	17049 (1.80)	15514 (5.36)	15518 (3.69)

### 3.4.3.- Núcleo de Córdoba

Los controles realizados en función del año de control (**Tabla 3.11**), a pesar de únicamente abarcar la información de siete años de experiencia por tratarse el núcleo de control lechero de Córdoba del más joven de la asociación, sí nos permite sacar algunas conclusiones interesantes.

En primer lugar destaca el constante incremento de los registros productivos interanuales, más marcado entre el año 2000 al 2003. Es partir del año 2004 cuando el aumento de los controles lechero se hace más sostenido, hecho que podría deberse a una correcta dimensionalidad en función de los recursos disponibles en el núcleo de control. En referencia a las producciones medias diarias de leche, es reseñable la gran estabilidad que manifestaron a lo largo de los años analizados. Los porcentajes de grasa se incrementaron a medida que la producción lechera disminuía. Por su parte los porcentajes medios de proteína presentaron un comportamiento más irregular. En términos generales se halló un gran equilibrio entre la información sobre producción y composición de la leche.

**Tabla 3.11.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos años de control, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Año	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
2000	2523 (1.95)	2106 (5.69)	2106 (3.84)
2001	7143 (1.96)	6531 (5.74)	6530 (3.82)
2002	12108 (1.98)	11428 (5.62)	11428 (3.70)
2003	14901 (1.94)	14364 (5.82)	14364 (3.87)
2004	17989 (1.91)	17597 (5.73)	17594 (3.62)
2005	19868 (1.99)	19054 (5.47)	19363 (3.64)
2006	22485 (2.07)	21290 (5.39)	21926 (3.54)

Puede observarse que a lo largo del año, en el núcleo de control lechero de Córdoba, el comportamiento productivo se mostró mucho más estable en su producción lechera diaria, que el observado en los núcleos de Almería y Granada (**Tabla 3.12**). Del mismo modo el número de controles efectuados se mantuvo constante a lo largo del año, apreciándose una mayor disminución en el mes de agosto.

En este aspecto es interesante destacar la extraordinaria eficacia del laboratorio de análisis con una constancia casi absoluta entre los controles de campo para la leche y los análisis laboratoriales de la grasa y la proteína.

**Tabla 3.12.-** Distribución de los números de controles disponibles en los distintos meses del año, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Mes	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
<b>Enero</b>	9560 (1.96)	9130 (6.13)	9253 (3.83)
<b>Febrero</b>	10619 (1.93)	10182 (5.91)	10302 (3.68)
<b>Marzo</b>	11366 (1.99)	10994 (5.49)	11103 (3.60)
<b>Abril</b>	11469 (1.98)	11171 (5.34)	11252 (3.50)
<b>Mayo</b>	10811 (1.98)	10477 (5.17)	10561 (3.47)
<b>Junio</b>	9554 (1.92)	9268 (5.05)	9308 (3.43)
<b>Julio</b>	8157 (1.94)	7680 (4.95)	7705 (3.49)
<b>Agosto</b>	5975 (1.99)	5673 (5.18)	5720 (3.46)
<b>Septiembre</b>	8547 (2.01)	8026 (5.45)	8104 (3.63)
<b>Octubre</b>	7974 (1.98)	7044 (6.17)	7186 (3.90)
<b>Noviembre</b>	7964 (1.92)	7387 (6.52)	7670 (4.08)
<b>Diciembre</b>	8328 (1.96)	7789 (6.45)	7894 (3.91)

En referencia al número de parto (**Tabla 3.13**) puede derivarse que si bien la madurez productiva en esta población se alcanza, al igual que en el caso del núcleo de Granada y Almería, entre el tercer y cuarto parto, los máximos productivos alcanzados en este núcleo (2.17 kg./día), fueron algo superiores a los encontrados en los dos anteriores.

Al igual que en los núcleos de Granada y Almería, tuvo lugar una gran concentración del número de controles dentro de los cinco primeros partos, siendo destacable la reducción significativa de controles a partir del sexto y séptimo, si bien los niveles productivos alcanzados por los animales de sexta y séptima lactación pueden calificarse de excelentes.

Destacada es también la gran eficacia del laboratorio de análisis de control, ya que prácticamente el 96 % de las muestras lecheras tomadas entre el segundo y décimo parto fueron analizadas con vistas a la determinación de los porcentajes de grasa y proteína.

**Tabla 3.13.-** Distribución de los números de controles disponibles en función del número de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	32210 (1.67)	30348 (5.65)	30816 (3.63)
2º	28150 (2.01)	26827 (5.59)	27167 (3.66)
3º	19872 (2.17)	18948 (5.59)	19118 (3.66)
4º	12542 (2.16)	11966 (5.68)	12108 (3.66)
5º	8590 (2.15)	8142 (5.60)	8211 (3.69)
6º	4855 (2.08)	4636 (5.64)	4655 (3.68)
7º	2279 (1.98)	2190 (5.69)	2209 (3.68)
8º	1039 (1.75)	1013 (5.96)	1020 (3.72)
9º	510 (1.80)	488 (5.78)	491 (3.67)
10º	197 (1.64)	190 (5.95)	190 (3.63)
11º	61 (1.38)	56 (6.13)	56 (3.59)
12º o superior	19 (1.26)	17 (6.44)	17 (4.05)

En la **Tabla 3.14** se exponen los resultados obtenidos utilizando como criterio de clasificación el número de control, apreciándose como prácticamente el 83 % de los animales que inician la lactación, son controlados en sus producciones hasta el séptimo control, manteniéndose una alta incidencia de los mismos incluso en ordinales posteriores al noveno.

Frente a los núcleos de Almería y Granada, se observan unos niveles de producción lechera superiores para este núcleo en animales de primer control. Los porcentajes de grasa y proteína se incrementaron a medida que las producciones medias diarias de leche decrecían.

Siguiendo la tónica general en este núcleo de control, el equilibrio entre la información de campo y la procedente de los análisis laboratoriales fue casi absoluto.

**Tabla 3.14.-** Distribución de los controles disponibles en función del número de orden de control lechero, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Nº de Control	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
1º	12997 (2.24)	12146 (5.26)	12276 (3.43)
2º	12999 (2.35)	12348 (5.09)	12456 (3.35)
3º	12988 (2.19)	12549 (5.30)	12639 (3.48)
4º	12986 (2.06)	12550 (5.51)	12659 (3.59)
5º	13477 (1.88)	13028 (5.66)	13114 (3.67)
6º	13072 (1.74)	12390 (5.86)	12566 (3.78)
7º	10815 (1.68)	10173 (6.00)	10300 (3.85)
8º	8001 (1.71)	7534 (5.96)	7628 (3.89)
9º	5424 (1.69)	5109 (6.14)	5212 (3.93)
10º	3128 (1.63)	2884 (6.20)	2963 (4.02)
11º	1636 (1.67)	1521 (6.23)	1563 (4.01)
12º o superior	2801 (1.69)	2589 (6.44)	2682 (3.95)

De forma similar a lo acontecido en el núcleo de control de Almería, la distribución de controles en función del tipo de parto puso de manifiesto que el mayor número de controles tanto de producción de leche, como de composición de grasa y proteína se realizaron para los partos dobles (**Tabla 3.15**). El nivel aborto estuvo bien definido en este núcleo.

Las mayores producciones diarias de leche se alcanzaron para los partos triples, en tanto que los porcentajes de grasa y proteína se elevaron al descender la producción de leche.

**Tabla 3.15.-** Distribución de los controles disponibles en función del tipo de parto, acompañados por los valores promedio de productividad diaria para leche, grasa y proteína (entre paréntesis).

Tipo de Parto	Leche (kg./día)	Grasa (%)	Proteína (%)
Simple	34562 (1.83)	32690 (5.63)	33202 (3.62)
Doble	44313 (2.05)	41952 (5.56)	42572 (3.63)
Triple	4295 (2.27)	4082 (5.53)	4162 (3.60)
Cuádruple o Superior	807 (2.01)	784 (5.68)	789 (3.66)
Aborto con lactación	26347 (1.94)	25313 (5.76)	25333 (3.74)

### 3.5.- DISCUSIÓN

#### 3.5.1.- Núcleo de Granada

Cuando se analiza la distribución de los controles efectuados en función del año de control se observa claramente como es a partir del año 2000, cuando comienza a denotarse un mayor equilibrio entre el volumen de controles lecheros y los correspondientes a grasa y proteína (**Tabla 3.1**). Este equilibrio alcanza su máximo exponente en el año 2002, en el que apenas se aprecia una diferencia de 447 observaciones entre los controles de producción de leche y los de grasa, siendo prácticamente iguales los obtenidos para grasa y proteína en ese año. De ello se deduce que prácticamente el 98.5% de los controles lecheros efectuados en campo en el año 2002, fueron sometidos al correspondiente análisis cualitativo en el laboratorio de control lechero. Es en el año 2006 en el que se efectuó el mayor número de controles, hecho que se traduce en un incremento medio de 2131 controles al año respecto al año 1997. De forma general se apreció una notable homogeneidad entre los controles para grasa y proteína, quizá la mayor diferencia se observó en el año 2006, habiéndose registrado 422 controles más de proteína que grasa. Esta tendencia contribuye a facilitar el análisis genético de los animales mediante el uso de modelos multicarácter (Camacho y cols., 2004).

El número de controles realizados, en función del mes, mostró una gran estabilidad entre los meses de enero y julio, para en el mes de agosto experimentar un descenso brusco, con apenas 1995 controles efectuados para la producción de leche, 1949 para grasa y 1951 para proteína (**Tabla 3.2**). Entre los meses de septiembre y diciembre, tiene lugar un incremento progresivo de los controles efectuados. En este sentido se registraron los mayores volúmenes de controles en el mes de abril con 31550 controles para producción de leche, 29024 para grasa y 29119 para proteína. Esto se debe al manejo zootécnico de las explotaciones que tratan de ajustar la oferta de leche a la demanda de la industria quesera.

Si tenemos en cuenta que los núcleos de control necesitan de unas estructuras estables, tanto en recursos humanos, como materiales, para el caso del núcleo de control lechero de Granada sería bastante factible mantener una

organización en funcionamiento de forma estable a lo largo del año, debido a las escasas oscilaciones en los controles lecheros mensuales demostradas aquí.

La producción lechera diaria observada osciló entre mínimos de 1.49 kg. en el mes de septiembre y máximos de 1.81 kg en enero. Los porcentajes de grasa por su parte se mantuvieron entre mínimos del 4.89% en julio y máximos del 5.87% en diciembre. Del mismo modo los menores porcentajes de proteína se alcanzaron en julio con un 3.36% y los máximos en noviembre con un 3.81%. A este respecto Castel y cols. (2005), para la raza Malagueña ofrecen unos niveles productivos medios diarios que oscilaron de 1.59 kg. de leche en los meses de agosto-octubre y 1.87 kg. para enero-febrero. Esta situación parece indicar que estrés provocado por el calor afecta más fuertemente a la producción y calidad de la leche que el estrés derivado por las bajas temperaturas, en esta raza.

En este sentido los resultados obtenidos en este análisis se encuentran en los promedios internacionales de las razas selectas, recopilados por Gall (1981) y Sand y McDowell (1978); encontrándose por debajo de la producción diaria de las razas Saanen, Alpina, Nubiana y Toggenburg explotadas en países desarrollados (Jenness, 1980, Haenlein, 1996 y Park y Haenlein, 2006) y por encima de ellas cuando producen en países en vías de desarrollo (Paz, 2007).

Los niveles productivos, obtenidos en función del número de parto de la cabra (**Tabla 3.3**), ofrecieron una producción diaria que se incrementó notablemente entre cabras de primera y segunda lactación para la producción de leche. A partir de aquí se apreció, en los kilogramos de leche, un incremento progresivo hasta alcanzar los máximos valores en la cuarta lactación, mientras que para los componentes grasa y proteína se percibió una gran estabilidad total en con rangos del 5.29-5.49 % y 3.51-3.60 %, respectivamente. Este comportamiento ha sido señalado en otras razas lecheras como ya referenció Gall en 1981 y, especialmente, en las razas españolas como fue el caso de la Malagueña (Herrera y cols., 1984), Agrupación Caprina Canaria (Fresno, 1993) y Tinerfeña (Camacho, 2002).

En cuanto a las observaciones generales que se extraen del estudio del número de controles disponibles, para cada una de los números de partos

analizados, se destaca en primer término que el 28 % del volumen de información procede de animales en primera lactación, lo que denota una aceptable incorporación de nuevos animales al control lechero. En cambio, se pone de manifiesto una baja longevidad productiva en este núcleo de control, que se evidencia aquí ya que únicamente el 9.14 % de la información procede de animales que superaron la quinta lactación. Es decir, en torno al 91 % de los controles productivos efectuados se concentran en los cinco primeros partos.

En el análisis de la distribución de los controles efectuados en función del número de control, debe indicarse que el comportamiento de los promedios productivos, obtenidos para la producción diaria, tanto para la leche total como para sus componentes, sigue la pauta de ofrecer unos valores máximos en los primeros controles para iniciar un descenso progresivo en el transcurso de los controles (**Tabla 3.4**). Así, se parte de unos valores de 1.95 kg. de leche, en el segundo control y se llega a unos niveles de 1.40 kg. en el noveno control, con el consiguiente aumento del porcentaje de grasa y proteína.

Este comportamiento se encuentra en concordancia con lo descrito por Camacho (2002) cuando apunta que los máximos productivos de la cabra Tinerfeña, se alcanzan en los primeros periodos de la lactación, y que vino a refrendar una cuestión ya apuntada por Capote y cols. (1999) en la Agrupación Caprina Canaria. Estas observaciones vienen a confirmar los comportamientos descritos para la raza Verata (Rodríguez, 1989), la raza Payoya (Gutiérrez Cabezas, 1996) y la raza Florida (Peña Blanco y cols., 1999) en España y con otras referencias internacionales especialmente referidas al tronco Nubiano (Aboul-naga y El Shoboksky, 1981; Abdel-Monein y cols., 1989; El Gayar y cols., 2000). Otras referencias, tanto en nuestro país (Herrera y cols., 1985; Hernández, 1991) como internacionales revisadas por Fresno (1993), apuntan picos productivos más tardíos para otras razas lecheras.

En cuanto al funcionamiento del núcleo, debe destacarse el buen equilibrio mostrado por el volumen de información cuantitativa y cualitativa, a lo largo de los diferentes números de control. En este sentido el desfase medio entre la información disponible entre la leche total y sus componentes osciló del 5.85% en el duodécimo control y superiores al 9.38% en el cuarto control.

Los valores promedio de la producción diaria, observados para los distintos tipos de parto (**Tabla 3.5**), denotan un aumento progresivo de la producción media diaria de leche a medida que se incrementa el número de cría al parto. En este sentido debe destacarse que la producción de leche total arranca con unos valores 1.54 y 1.65 kg., para partos simples y abortos, respectivamente y alcanza niveles máximos de 2.22 kg. para los partos cuádruples.

A este respecto puede indicarse que los resultados obtenidos, parecen corroborar las tesis de Pulina y *cols.* (2005), que indican que el mayor desarrollo placentario en gestaciones múltiples, incrementa la concentración de esteroides ováricos y feto-placentarios, hecho que favorece el desarrollo de la estructura mamaria. Si bien, no se puede descartar una correlación genética importante entre los caracteres productivos y la prolificidad, además con un marcado componente evolutivo ya que los descendientes de aquellas hembras que fueran muy prolíficas y poco productivas tendrían escasas posibilidades de sobrevivir, por ello es necesaria para las especies prolíficas una coordinación fisiológica de ambos caracteres y que ésta sea transmisible a la descendencia.

En cuanto a la distribución del número de controles, por los distintos tipos de partos, debemos decir que en este caso se aprecia que un 53.3 % de la información procede de abortos, situación que pone de manifiesto una clara deficiencia en el control del carácter tipo de parto en el Núcleo de Control de Granada, asignándosele este hito fisiológico al animal del cual se desconocía el número de crías que había tenido en ese parto.

También es necesario destacar que únicamente el 0.14 % de la información procedió de partos cuádruples y superiores, por tanto, bastaría recoger la información en el núcleo clasificada en cuatro grupos, que serían: aborto; simple; doble; triple y superiores. De esta forma en los análisis genéticos se conseguiría una mejor distribución de la información, ya que si se introduce el factor con los cinco niveles actuales, se generan una gran cantidad de celdas vacías que complican el modelo de análisis y disminuye su eficacia.

También se hace apreciable, dentro de la distribución de controles por tipos de parto, como la pérdida de controles cualitativos, con respecto a los registrados para la leche total no supera en ningún caso el 11.5 % de los

mismos. Es necesario mantener estas cifras e incluso mejorarlas en la medida de lo posible, para poder calcular correlaciones genéticas y poder utilizar modelos multivariados para la evaluación genética de los resultados.

### 3.5.2.- Núcleo de Almería

El análisis de la distribución de los controles lecheros desarrollados a lo largo de los quince años analizados en el núcleo de control de Almería (**Tabla 3.6**), pone de manifiesto que durante el periodo comprendido entre 1992 y 1996 se asiste a años en los que el control de rendimientos se encontraba aun en fase de reorganización, tras el reconocimiento oficial del núcleo de control lechero en 1986 por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (Alonso, 2004). En este primer momento el núcleo contaba con 1200 animales saneados y con una media de 50 animales por rebaño. A lo largo de los años se van produciendo altas y bajas de ganaderías con un declive en el número de ganaderos en 1991. A mediados de ese mismo año se comienzan a analizar las muestras controladas desde la provincia de Almería con la creación del Laboratorio de Sanidad y Producción Animal, que a partir de ese momento se encargaría de la coordinación del control lechero oficial. Anteriormente, toda esta labor era gestionada desde el CENSYRA de Murcia.

Simultáneamente durante este periodo y según Alonso se asiste a una “selección natural” de los ganaderos, puesto que a partir de esos años se aplican criterios más rígidos para primar las lactaciones y se exige también una implicación mayor del ganadero en el núcleo de control lechero. Consecuentemente, se experimenta una bajada en el número de ganaderos que es compensada con un mayor número de hembras por ganadería. En 1995 el núcleo de control y la Asociación pasan por momentos económicamente muy difíciles que hacen pensar incluso en su desaparición pero, afortunadamente, consiguen relanzarse una vez más e incluso se lleva a cabo la implantación de un programa de detección de mamitis subclínicas en caprino durante los dos años siguientes (Alonso, 2004).

Ya en el año 1997 se asiste a un incremento de casi el 24 % respecto a 1996, en la información disponible. A partir de este año y hasta el 2000, se asiste a una consolidación del control lechero en la provincia de Almería, que se pone de

manifiesto con un incremento paulatino del número de controles efectuados. En 2001 se asiste a un descenso en el número de controles efectuados, situación motivada por los cambios acontecidos en la directiva del núcleo de control y afectaron al funcionamiento del mismo, conllevando una reducción tanto del número de muestras recogidas como del número de ganaderías en control (Alonso, 2004). Estos acontecimientos provocaron una clara descompensación entre la información productiva de leche y su composición en grasa y proteína, con una pérdida de datos de composición de leche que ascendió al 15.87 %.

A partir de 2001 el núcleo de control lechero entra en una fase caracterizada por incrementos y descensos alternantes en el número de controles efectuados, situación motivada por la salida y entrada de nuevas ganaderías al núcleo de control lechero. Si bien se asiste una gran compensación entre los datos de producción de leche y los de composición de grasa y proteína.

Cuando se analiza la distribución de controles realizados, en función del mes (**Tabla 3.7**), se puede apreciar dos series homogéneas en cuanto a la constancia en el control de rendimientos lecheros, una que se extiende entre los meses de diciembre y mayo, y otra de junio a noviembre.

De forma general puede afirmarse que la producción media diaria de leche mostró una gran estabilidad y que situó el promedio en torno a 1.90 kg./día a lo largo de año, hecho indicativo de una escasa dependencia de los niveles productivos de las variaciones estacionales de climatología y alimentación, situación que podría atribuirse a una paulatina reducción del pastoreo y creciente intensificación de las producciones en esta región. Similares resultados son los hallados por Lafuente y cols., en 1992 para esta raza en la región de Murcia.

En este sentido las producciones medias diarias obtenidas en función del número de parto (**Tabla 3.8**) experimentaron un crecimiento paulatino desde cabras de primera lactación hasta alcanzar los máximos productivos en la tercera y cuarta lactación, a partir del quinto parto se asiste un descenso continuo de la producción lechera hasta el undécimo parto. Los porcentajes de grasa se mantuvieron bastante estables entre el tercero y el décimo parto,

oscilando entre el 5.25 y el 5.51 %. En tanto que los porcentajes de proteína lo fueron de forma general a lo largo de todo los partos controlados.

Cuando se analiza el número de controles disponibles, para cada uno de los números de partos analizados, puede derivarse que únicamente el 19.8 % de la información productiva procede de cabras de primer parto. Esta situación pone de manifiesto que a pesar de que el núcleo de control de Almería mostró las mayores tasas de reposición de hembras en el análisis demográfico desarrollado en el primer capítulo de esta tesis, estos animales se incorporan más tardíamente al control lechero oficial. Así mismo se observa una gran concentración, mayor si cabe que en el caso del núcleo de control de Granada, de los controles lecheros efectuados dentro los cinco primeros partos, donde se agrupan en torno al 91% de los controles totales. Del mismo modo y aunque los controles que superaron el quinto control apenas representaron el 9% del total, sí se percibieron unos muy aceptables niveles productivos medios que oscilaron de 1.58 a 1.92 kg./día para cabras entre el sexto y el undécimo parto, hecho indicativo una notable longevidad productiva (Prazeres y cols., 2006).

Cabe destacar en el estudio de los controles disponibles en función del número de control (**Tabla 3.9**), que los máximos niveles productivos de leche se alcanzaron en los dos primeros controles lecheros con niveles de 2.16 y 2.15 kg./día. Similares resultados fueron hallados por Vega y cols. (1999) para la raza Florida, por Mourad (1992) en la raza Alpina y por McManus y cols. (2003) en las razas Saanen, Parda Alpina, Toggenburg y sus cruces. Es reseñable también el hecho de que aunque casi el 75 % de los animales que inician su lactación siguen controlándose hasta el séptimo control, se aprecia no obstante un brusco descenso de la información hacia el octavo control, con una pérdida en el volumen de datos del 73 %. Esta situación pone de relieve el hecho de que en este núcleo de control se viene optando más por llevar las lactaciones a los 210 días de duración frente a los de 240 días o superiores.

En referencia al equilibrio entre la información derivada de los datos productivos de cantidad y composición de leche indicar que las mayores descompensaciones se produjeron entre el sexto y el octavo control, con pérdidas de información cualitativa de entre el 8 y el 14 %.

Para el núcleo de control de Almería se halló que casi el 54 % de los controles lecheros se efectuaron sobre cabras con partos dobles, mientras que los partos cuádruples o superiores apenas concentraron el 0.31 % de los controles (**Tabla 3.10**). Las producciones máximas, siguiendo la tónica general, se alcanzaron para los partos triples y cuádruples o superiores con producciones medias por días de 2.23-2.24 kg. Como hecho destacable indicar que los porcentajes de proteína apenas variaron entre el 3.61 para los partos simples y el 3.69 % para los casos de aborto. La mayor pérdida de información cualitativa respecto a la cuantitativa se cifró en el 9 % para las lactaciones que cursaron con aborto.

### **3.5.3.- Núcleo de Córdoba**

Aunque la tradición de la producción lechera caprina se localiza en la provincia de Córdoba en torno a la Comarca de la Subbética y otras regiones del sur y también en el Valle del Guadalquivir, es en el Valle de Los Pedroches donde en la última década se ha apreciado un mayor y más eficaz avance en este tipo de producción. Sin duda este desarrollo se ha visto influido estratégicamente por el impulso de la Cooperativa del Valle de los Pedroches (COVAP), la cual ha articulado en torno a sí, un grupo de ganaderos muy emprendedores que de inmediato se han incorporado a los procesos de selección en el seno de la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina. Hoy por hoy en la provincia de Córdoba la Asociación cuenta con un núcleo de control de rendimientos joven dado que inició su actividades de forma oficial en el año 2000 (Sánchez y cols., 2002), pero que cuenta con una excelente organización técnica apoyada desde la propia COVAP.

Las circunstancias descritas nos hacen prever que el funcionamiento del núcleo y por tanto la eficacia en el aprovechamiento de los recursos es muy alta en la provincia de Córdoba, pero de todas maneras, es interesante hacer una radiografía de los resultados del control desde las productividades obtenidas en test diario y desde el recuento de controles en función de diversos criterios de clasificación que nos informen sobre posibles puntos críticos en los que se puede trabajar para optimizar el programa de control.

En primer lugar y cuando es analizada la evolución del número de controles lecheros en función del año (**Tabla 3.11**), puede denotarse claramente un incremento constante en el volumen de información productiva recopilada. Incremento si cabe más acusado entre los años 2000 y 2003, intervalo en el que los controles de campo se incrementaron en un 83 %. A partir del año 2003 y hasta el 2006 este aumento de la información productiva ha sido mucho más sostenido.

Este comportamiento pone de manifiesto una trayectoria muy positiva de este núcleo desde su creación, y que sin duda se ha visto apoyada por la progresiva incorporación de nuevas ganaderías y, en consecuencia, de nuevas hembras al control lechero oficial. Así se pasó de 8 ganaderías y 619 hembras en control oficial en el año 2000, a 19 ganaderías y 2253 animales controlados en el año 2003. Finalmente se llega al año 2006 con 21 ganaderías y 3379 hembras controladas.

Así mismo es destacable la gran estabilidad mostrada por los valores medios de producción lechera diaria a lo largo de los años y que osciló de los 1.91 kg./día en 2004 y los 2.07 kg./día en 2006. A la vista de estos datos puede afirmarse que se trata de un núcleo de control lechero en plena expansión. De igual modo se demuestra una igualdad muy elevada entre la magnitud de la información derivada del control lechero oficial en campo y los datos aportados por los análisis laboratoriales para la composición en grasa y proteína, únicamente se encuentran unos mayores porcentajes de desequilibrio en esta información para el año 2000 en el cual inició sus actividades este núcleo de control.

En el análisis de la distribución de los controles lecheros a lo largo del año (**Tabla 3.12**), es de reseñar la escasa oscilación mostrada por las producciones medias diarias de leche, que en este caso variaron entre los 1.92 kg./día para el mes de junio y los 2.01 kg./día en septiembre. Esta situación es indicativa de una escasa estacionalidad de las producciones, motivada por la consolidación de este núcleo de control en base a ganaderías de tipo familiar y en estabulación permanente (Martín y *co/s.*, 2006).

En este sentido hay que indicar la gran coordinación de medios materiales y humanos existentes en torno a las labores de control lechero, y que tiene su reflejo en la gran constancia existente a lo largo del año en el número de controles lecheros efectuados, así como también en la total compensación entre la información cuantitativa y cualitativa de la producción de leche. Así únicamente se aprecia un pequeño incremento en el número de controles entre los meses de febrero y mayo, del mismo modo únicamente se observó una pérdida de información cualitativa superior al 10 % en el mes de octubre.

La evolución de los controles efectuados a lo largo de los diferentes partos analizados en este núcleo de control (**Tabla 3.13**), pone de relieve una progresiva reducción de los controles efectuados. En este sentido encontramos como entre animales de primer y séptimo parto tiene lugar un reducción del 93 % en su información productiva. En cuanto al comportamiento productivo se observa un incremento en la producción media diaria entre cabras de primer y segundo parto, alcanzándose la producción máxima en el tercer parto, se inicia continuación una fase de meseta entre el segundo y el sexto, para a partir del séptimo iniciarse un descenso casi progresivo de la producción hasta el duodécimo y superior parto. Esta evolución fue similar a la descrita por Rota y *cols.* (1993) en la cabra Verata, en la que tras un incremento progresivo de la producción media diaria desde el primer parto registró unos máximos productivos para cabras de cuarto parto con 2.06 kg./día. En este sentido Laranjo y *cols.* (2006) obtuvieron las máximas producciones medias diarias en la tercera lactación para cabras Saanen en Brasil. Los porcentajes de grasa se incrementaron cuando descendían las producciones de leche, en tanto que la proteína se mantuvo más estable a lo largo de los diferentes partos analizados.

Este núcleo podría calificarse como el más eficaz en cuanto al seguimiento llevado a cabo sobre la lactación de los animales en control (**Tabla 3.14**), así el porcentaje de animales que iniciaron la lactación y estuvieron sometidos a control lechero hasta el séptimo control fue de un 83 %, porcentaje superior al 75 % obtenido para los núcleos de Granada y Almería. Así mismo puede denotarse el mantenimiento de una alta incidencia de los controles incluso en partos posteriores al noveno. Teniendo en cuenta que en áreas donde las razas poliéstricas estacionales tienen capacidad funcional no son recomendables las

lactaciones por encima de los 240 días, debido a que no es preciso estacionalizar la comercialización de la leche. Sería recomendable no mantener en control animales por encima del octavo control, dado que podría incurrirse en un menoscabo en la optimización de los recursos de control.

En referencia a los índices productivos, las máximas producciones diarias de leche se alcanzaron en el segundo control. Esta situación fue similar a la referenciada por Giaccone y *cols.* (1995) en la raza Derivata di Siria, Montaldo y *cols.* (1997) en poblaciones cruzadas y Groeneveld y *cols.* (2003) en cabras Saanen. Los porcentajes de grasa y proteína desarrollaron un comportamiento inverso al de los niveles productivos de leche a lo largo de toda la lactación.

### 3.6.- CONCLUSIONES

- El alto coste que supone el control lechero, nos hace recomendar una planificación racional y coordinada de las ganaderías y animales a controlar.
- En general puede denotarse una evolución positiva en la eficacia de control lechero parte del núcleo de control de Granada, situación que viene dada por el progresivo incremento en el número de controles efectuados a lo largo de los años analizados, la buena distribución de los controles lecheros a lo largo del año y el correcto seguimiento en campo de los animales durante la lactación. Sería recomendable, no obstante, mejorar los registros que hasta ahora se vienen realizando sobre el tipo de parto de la cabra.
- Se evidencia una elevada longevidad productiva de los animales pertenecientes al núcleo de control de Almería, así como una tendencia a la reducción de la estacionalidad de la producción láctea, hecho que puede relacionarse con la correcta gestión de la información que genera el control lechero oficial derivado de la apuesta por la modernización de las explotaciones y el incremento del movimiento cooperativista de los ganaderos de esta provincia.
- El control de rendimiento lechero de la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina en la provincia de Córdoba manifiesta unos niveles de eficacia muy altos, basados en la gran constancia del número de controles registrados en las distintas categorías de análisis y la gran coordinación de la información cuantitativa y cualitativa de la leche. Únicamente se ha apreciado un exceso de observaciones en controles excesivamente tardíos como defecto destacable.

### 3.7.- REFERENCIAS

- Abdel-Moneim, A.Y., Barghout, A.A. y Abdel-Aziz, A.S.** 1989. *Study of the lactation curve of the Egyptian Nubian goat*. 40<sup>th</sup> Annual meeting of EAAP, Dublin.
- Aboul-Naga, A.M. y El-Shobokshy, A.S.** 1981. *Productivity and reproductivity of some subtropical types of goat under confinement conditions*. Symposium international, nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre. Francia. Vol. 2: 723-728.
- Alonso, A.** 2004. *Breve historia del Núcleo 448 de Almería (Asociación Nacional de Criadores de Cabra de Raza Murciano Granadina)*. FEAGAS, 26: 151-153.
- Camacho Vallejo, M. E.** 2002. *Estudio de la variabilidad fenotípica y genética de los caracteres productivos del tipo Tinerfeño de la ACC*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Pp. 286.
- Camacho, M.E., Delgado, J.V., Barba, C., Fresno, M. R., Capote, J. F. y León, J. M.** 2004. *Study of the milking control efficiency in the Tinerfeña goat breed*. Libro de memorias del V Simposio Iberoamericano sobre la Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Puno – Perú.
- Capote, J.F.** 1989. *Agrupación Caprina Canaria*. Actas del 1<sup>er</sup> Simposio Internacional de la Explotación Caprina en zonas áridas. Fuerteventura-España, 17-33.
- Castel, J.M., Micheo, J.M., Mena, Y., Fernández-Cabanás, V., Sánchez, A.** 2005. *Influencia de distintos factores en la cantidad y calidad de la leche producida por cabras de la raza Malagueña*. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 338-340.
- El-Gayar, M., El-Alamy, M., Swidan, F., Holtz, W.** 2000. *Yield and composition of milk from Sinai goats maintained under farming conditions*. Proceeding of 7<sup>th</sup> International congress on goats. Francia. II, 598.
- Flammant, J. C.** 1998. *The Impact of Socio-Economic aspects on the development and outcome of animal recording systems*. ICAR Technical series nº 1. 267-318.
- Fresno, M.** 1989. *Estudios preliminares sobre los parámetros genéticos de la producción láctea de la Agrupación Caprina Canaria*. Tesis de Licenciatura en Veterinaria. Universidad de Córdoba. Pp. 164.

- Fresno, M.** 1993. *Estudio de la Producción Láctea en la Agrupación Caprina Canaria (A.C.C.)*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Pp. 169.
- Gall, C.** 1981. *Milk Production. En: Goat Production*. Academic Press. (New York). Pp. 617.
- Giaccone P., Portolano, B. Bonanno, A., Alicata, M.L., Todaro, M.** 1995. *Aspetti quanti qualitativi della popolazione caprina Derivata di Siria*. Zootecnica e Nutrizione Animale, 21: 94-107.
- Groeneveld, P.C.N., Viljoen, C.S.** 2003. *A Bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats*. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics, 8: 75-83.
- Gutiérrez Cabezas, M.J., Torres Torres, R., Rodero Serrano, E. y Herrera García, M.** 1996. *Algunos caracteres de producción lechera en la cabra Payoya*. Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 813-821.
- Hammond, K. y Galal, S.** 2000. *Developing breeding strategies for lower input animal production environments. An introduction*. ICAR Technical series nº 3. 13-20.
- Hernández, D.** 1991. *Bases de un programa de selección de ganado caprino. Controles de producción*. Tesis Doctoral, Facultad de ciencias, Universidad de Córdoba. Pp. 302.
- Herrera, M., Peña, F., Aparicio, J.B., Subires, J.** 1984. *Curva de lactación y composición de la leche en cabras Malagueñas*. Actas de las IX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp: 59-66.
- Herrera, M., Peña, F., Aparicio, J.B., Subires, J.** 1985. *Curva de lactación y composición de leche en cabra Malagueña*. Revista AYMA, 26: 119-129.
- ICAR. International Committee for Animal Recording.** 1990. *International regulations for milk recording in goats*. Roma, Italia. 15 pp.
- Laranjo, J.S., T. M. Gonçalves, F. F. Silva, A. L. L. Costa, M. A. P. Rodriguez and G. F. Rebouças.** 2006. *Lactation curve in herd of Saanen goats: Bayesian approach of Wood's function*. 8<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P., August 13-18, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Martín, D., Gil, M.J., Beltrán, M. y Sánchez, M.** 2006. *Evolución del Grupo Caprino Lechero de COVAP (2001-2005)*. Actas de las XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales SEOC.

- Martín, L., Fariña, J., Rodríguez, P., Rota, A., Rojas, A. y Tovar, J.** 1989. *Exactitud de diferentes métodos de control lechero caprino*. Arch. Zootec., 38 (140): 79-91.
- McManus Concepta, Guilherme Soares Filho, Arthur da Silva Mariante, Helder Louvandini.** 2003. *Fatores que Influenciam os Parâmetros das Curvas de Lactação em Cabras no Distrito Federal*. R. Bras. Zootec., v.32, n.6: 1614-1623. (Supl. 1).
- Montaldo, H., A. Almanza and A. Juárez.** 1997. *Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats*. Small Rumin. Res., 24:195-202.
- Mourad, M.** 1992. *Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt*. Small Rumin. Res., 8: 41-46.
- Paz, R.G., Togo, J.A. y López, C.** 2007. *Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina)*. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, Nº 2: 161 – 165.
- Peña Blanco, F., Vega Vilca, J., Sánchez Rodríguez, M., Martos Peinado, J., García Martínez, A. y Domenech García, V.** 1999. *Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida*. Arch. Zootec. 48 (184): 415-424.
- Prazeres, P., Villalobos, A., León, J.M., Alonso, A., Pleguezuelos, J., Quiroz, J., Filha, O. y Delgado, J.V.** 2006. *Análisis de efectos fijos sobre el comportamiento productivo de la raza caprina Murciano Granadina en el núcleo de control de Almería*. FEAGAS, 30: 105-109.
- Pulina, G., Battacone, G., Nudda, N.** 2005. *L'alimentazione della capra da latte*. Pulina G. Ed. Avenue Media®, Bologna: 9-25.
- Real Decreto 368/2005**, de 8 de abril, *por el que se regula el control oficial del rendimiento lechero para la evaluación genética en las especies bovinas, ovina y caprina*. M.A.P.A.
- Rodríguez Medina, P.L.** 1989. *Contribución al estudio de la cabra Verata*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Pp. 227.
- Rota, A.M., Gonzalo, C., Rodriguez, P.L., Rojas A.I., Martin, L. and Tovar, J.J.** 1993. *Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves*. Small Rumin. Res., 12: 211-219.
- Sánchez Rodríguez, M., Santos Alcudia, R. y Gil Rubio, M.J.** 2002. *Presentación el Núcleo de Control Lechero "Capricovap"*. Actas de las XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.

- Sand, M. y McDowell, E.R.** 1978. The potential of the goat for milk production in the tropics. Department of animal science. Cornell University-Ithaca, New York, pp.53.
- SAS.** 2001. SAS® 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Vega, J.F., Peña, F., Sánchez, M.** 1999. *Estimación de la producción de leche por el método Fleischmann en caprinos.* Arch. Zootec., 48 (184): 347-350.

## **Capítulo IV:**

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL GENEALÓGICO  
MEDIANTE EL USO DE MARCADORES  
MICROSATÉLITES DEL ADN

#### 4.1.- RESUMEN

Uno de los mayores frenos que se tienen en la actualidad para el desarrollo de los esquemas de selección en el caprino es el control genealógico, debido a los peculiares sistemas de explotación existentes, especialmente en nuestro país, en los que se dispone de razas poliéstricas y acostumbramos a basar las cubriciones en la monta natural empleando varios machos por lote. De esta manera, los marcadores moleculares y especialmente los microsatélites nos ofrecen la mejor herramienta, por su eficacia y coste, para realizar el control rutinario de la genealogía o bien para fiscalizar las declaraciones de cubrición y nacimientos.

Con estas premisas y como medida de base en el Esquema de Selección de la raza caprina Murciano Granadina se abordó una verificación de la eficacia de las declaraciones de cubriciones y nacimientos en los tres núcleos de control integrados en la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de raza Murciano Granadina entre los años 2004 y 2006, utilizándose para ello marcadores moleculares (microsatélites del ADN), tanto de los animales resultantes de la monta natural (M.N.) como de la inseminación artificial (I.A.). Los resultados de esta evaluación arrojaron para el año 2004 un 14.28% de maternidades incompatibles en I.A y un 10.5% de error en asignación tanto de padres como de madres para animales de M.N. En el año 2005, para animales de I.A. se detectó un 11.11% de incompatibilidades de padre, en tanto que en M.N., se observaron errores de asignación de padre del 5.80% y del 8.70% de madres. En los análisis de 2006 se obtuvieron un 10.2% de maternidades y 4.08% de paternidades incompatibles en I.A., para M.N. se obtuvieron un 13.51% de madres erróneamente asignadas y un 35.13% para el caso de las paternidades.

**Palabras clave:** Genealogía, inseminación artificial, paternidad.

#### ABSTRACT

One of the biggest obstacles at the present time for the development of the selection schemes on goats is the genealogical control, due to the peculiar management systems of dairy goats, especially in our country, with polyestric breeds and the custom to base the fertilizations in natural mating using several males for lot. The molecular markers and especially the microsatellites offers the best tool, because their effectiveness and cost, to carry out the routine control of the genealogy or to investigate the fertilization and births declarations.

With these premises as a base and a basic measure in the selection scheme of Murciano Granadina goat breed it was approached a verification of the effectiveness of the fertilization declarations and births in the three control nuclei integrated in the National Breeders Association of Murciano Granadina goat breed among the years 2004 and 2006, using for it molecular markers (microsatellites of DNA), so much of the resulting animals of it mounts it natural as of the artificial insemination. The results of this evaluation hurtled for the year 2004 14.28% of incompatible maternities in I.A and 10.5% error in parents' so much assignment like of mother for animals of M.N. In the year 2005, for animals of I.A. 11.11% of father's incompatibilities was detected, as long as in M.N., errors of father's of 5.80% assignment were observed and of 8.70% of mothers. In the analyses of 2006 10.2% of maternities and 4.08% of incompatible paternities were obtained in I.A., for M.N. 13.51% of erroneously assigned mothers and 35.13% were obtained for the case of the paternities.

**Key words:** Genealogy, artificial insemination, paternity.

## 4.2.- INTRODUCCIÓN

El control genealógico de los individuos es básico e incide de distintas formas y a distintos niveles en las producciones animales, generando en la mayoría de las ocasiones una reducción en el progreso genético de las mismas cuando su registro no es adecuado (Dodds y cols., 2007).

Así Martínez y cols. (2005a), establecen que el progreso genético de las poblaciones animales que cuentan con un esquema de selección en perfecto funcionamiento, es directamente proporcional a la calidad de la información generada a lo largo del programa de mejora genética, reduciéndose ésta básicamente a dos puntos fundamentales como son el control genealógico y el control de rendimientos. La primera de ellas informa sobre las relaciones de parentesco existentes entre los distintos individuos que configuran una población cerrada desde el punto de vista reproductivo, y la segunda aborda la determinación y/o cuantificación de aquellos parámetros mensurables que han sido elegidos como criterios de selección.

En esta misma línea Jiménez-Gamero y cols. (2006) establecen que las actuaciones deben ir orientadas a garantizar la ausencia de errores en la información

genealógica sobre todo en lo que a las conexiones familiares entre los animales que constituyen el pedigrí se refiere.

Para abordar este objetivo se debe tener en cuenta inicialmente la definición de raza pura, la cual es inherente al propio concepto de libro genealógico, ya que ambos fenómenos son indisolubles entre sí, es decir, no podría concebirse la existencia de uno sin la del otro, y por tanto, el concepto de asociaciones de razas puras, como estructura dinamizadora y de gestión de una determinada población animal y la información generada por este colectivo en relación a los programas de mejora genética.

En este sentido las asociaciones de criadores de animales de razas puras, que empiezan a aparecer a partir de finales del siglo XIX, tienen como objetivo la definición de modelos raciales teóricos y el diseño de planes de selección animal que permitan conseguir dichos modelos. Para ello es indispensable la valoración y selección de los reproductores más adecuados, teniendo plena seguridad de la identificación y conocimiento de la genealogía de cada individuo (Baron y cols., 2002). Pero en el caso del ganado caprino se parte de una situación inicial diametralmente opuesta a un modelo ideal en el sentido de que las condiciones habituales de explotación de los rebaños, ya sean en los de orientación lechera o en aquéllos de especialización cárnica, no permiten asegurar la correcta filiación de los distintos individuos que componen la población.

Entre las causas más comunes que conllevan a esta situación pueden destacarse, en primera instancia, la acuciante necesidad por parte del ganadero de optimizar los ratios de fertilidad de su cabaña empleando un elevado número de machos reproductores por cada lote de hembras (Poto y cols., 1994, Mata, 2001), modelo que tradicionalmente se ha venido empleando. A este hecho se suma la todavía incipiente implantación de las técnicas de reproducción asistida, haciéndose especial mención a la inseminación artificial, así como la mínima relevancia que adquiere la monta natural dirigida, el elevado número de hembras por paridera, la gran proporción de partos múltiples en la especie, especialmente en razas lecheras, los ahijamientos incorrectos y, finalmente, los registros zootécnicos defectuosos por errores en la inscripción y transcripción de datos.

Ante esta situación se hace necesario disponer de alguna herramienta o sistema que permita la correcta gestión de la información genealógica de manera objetiva y exacta y que contribuya no sólo a disminuir los errores de asignación de

maternidad y paternidad, sino también a conocer más fehacientemente la estructura genética de las poblaciones y facilitar, de este modo la elaboración de planes de selección animal (Luikart y cols., 1999; Arora y Bhatia, 2004).

En este contexto el Esquema de Selección de la raza caprina Murciano Granadina establece como uno de los pilares fundamentales para su adecuado desarrollo la contrastación de la genealogía de los animales que participan en él y es obvio que las mejores técnicas existentes para ello son los basados en polimorfismos de ADN y, especialmente, los marcadores microsatélites. Para ello se propuso la utilización de una batería de microsatélites recomendados internacionalmente, con la finalidad de testar por muestreo, la eficacia del control genealógico de campo tanto en los animales nacidos de inseminación artificial como de monta natural entre los años 2004 y 2006. Los resultados obtenidos en este análisis permitirían disponer de datos fehacientes sobre el manejo de las explotaciones y de la eficiencia de las asignaciones de progenitores.

#### 4.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

Para la verificación genealógica mediante controles de filiación de los animales, desarrollada en el Laboratorio de Genética Molecular Aplicada UCO-Diputación de Córdoba, se dispuso de muestras de sangre como material biológico, cuyo ADN fue extraído mediante el Kit BLOODCLEAN de purificación de ADN (BIOTOOLS - Biotechnological & Medical Laboratories, S.A. Madrid, España) siguiendo las indicaciones del fabricante para este kit. Para la realización de los controles de filiación y partiendo de los resultados previos obtenidos (Martínez y cols., 2005b), se diseñan dos paneles de microsatélites, uno básico con 11 microsatélites y otro secundario con 8 más (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1.-** Panel básico y secundario de microsatélites para controles de paternidad en la raza Murciano-Granadina

<b>Panel Básico</b>	<b>Panel Secundario</b>
HSC	MAF65
MM12	CSRM60
OarFCB48	OarFCB304
INRA6	OarFCB11
BM1818	ILSTS011
BM8125	McM527
BM6506	ETH10
BM1329	SPS115
CSRD247	
SRCRSP8	
INRA63	

Los microsatélites se amplificaron mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) según la metodología de Martínez y cols., (2000). Con la finalidad de reducir los costes de los análisis, los microsatélites del panel básico son amplificados en dos reacciones múltiples.

Así mismo la separación de los fragmentos obtenidos mediante la PCR se someten a una electroforesis en gel de poliacrilamida en un secuenciador automático ABI 377XL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). El análisis de los fragmentos y la tipificación alélica se realiza mediante los programas informáticos Genescan Analysis 3.1.2 y Genotyper 2.5, respectivamente. Los controles de filiación de los animales se realizaron comparando los genotipos del hijo con los de sus progenitores.

La evaluación de la idoneidad de estos microsatélites para su empleo en los controles de filiación (Jiménez, 2003) se ha testado mediante el cálculo de la Probabilidad de Exclusión *a priori* (**PE**) de cada uno de ellos mediante la fórmula de Jamieson (1994) y la Probabilidad de Exclusión Combinada *a priori* (**PEC**) para un conjunto de sistemas mediante la fórmula de Huguet (1988).

Para ello se realizaron durante el año 2004 un total de 73 análisis completos de control de filiación correspondientes a animales de 14 ganaderías, de los cuales 35 pertenecen a animales procedentes de inseminación artificial (I.A.) y 38 de la monta natural (M.N.) y que requirieron de un total de 138 contrastaciones, 65 para la asignación de paternidades y 73 para maternidades. En 2005 se efectuaron 105 controles de filiación en 16 ganaderías, de los cuales 36 se efectuaron sobre animales de I.A. y 69 de M.N.; con un total de 166 contrastaciones, 105 para las determinaciones de paternidades y 61 para maternidades. En el año 2006 se realizaron 123 análisis completos de control de filiación correspondientes a animales de 12 ganaderías, de los cuales 49 pertenecen a animales procedentes de I.A. y 74 de la M.N. y que requirieron de un total de 340 contrastaciones, 191 para la asignación de paternidades y 149 para maternidades.

#### 4.4.- RESULTADOS

En la **Tabla 4.2** puede observarse el número de alelos encontrados (**NA**) para cada marcador, así como la heterocigosidad (**H**), la probabilidad de exclusión (**PE**) y el contenido de información polimórfica (**PIC**) en el panel primario y secundario de microsatélites, respectivamente.

Es destacable el elevado número de alelos detectado para los microsatélites MM12, HSC y BM1818, siendo superior a 4 para todos los marcadores del panel primario. La heterocigosidad individual de estos marcadores oscila entre 0.71 para el marcador SRCRSP8 y 0.85 para el HSC lo que pone de manifiesto una elevada variabilidad de alelos en la población, hecho que facilita el proceso de exclusión de paternidades. La probabilidad de exclusión combinada (**PEC**) mostrada por el panel básico (11 marcadores) es de 0.99997 y la del panel básico más el secundario (19 marcadores) se eleva a 0.99999.

Con estos datos puede afirmarse que el panel básico de microsatélites es adecuado para afrontar los controles de filiación necesarios para este estudio, quedando el panel secundario para resolver casos dudosos y posibles incompatibilidades.

Los resultados anteriores unidos al elevado contenido de información polimórfica individual mostrada por la batería de microsatélites propuesta, permitieron iniciar los trabajos de caracterización genealógica de la población Murciano Granadina en estudio (Martínez y cols., 2005b), así como recuperar la información histórica de la misma para de esta manera detectar los posibles errores que pudieran existir en el Libro Genealógico en cuanto a la asignación de maternidades y sobre todo de paternidades.

**Tabla 4.2.-** Número de alelos (NA), heterocigosidad (H), probabilidad de exclusión (PE) y contenido de información polimórfica (PIC) del panel básico y secundario de microsatélites para controles de paternidad en la raza Murciano-Granadina.

<b>Panel Básico</b>					<b>Panel Secundario</b>				
<b>Locus</b>	<b>NA</b>	<b>H</b>	<b>PE</b>	<b>PIC</b>	<b>Locus</b>	<b>NA</b>	<b>H</b>	<b>PE</b>	<b>PIC</b>
HSC	11	0.85	0.70	0.83	MAF65	11	0.84	0.69	0.82
MM12	15	0.82	0.68	0.81	CSRM60	7	0.82	0.63	0.79
OarFCB48	7	0.84	0.68	0.82	OarFCB304	9	0.75	0.55	0.72
INRA6	8	0.81	0.64	0.79	OarFCB11	11	0.75	0.54	0.72
BM1818	11	0.82	0.64	0.79	ILSTS011	9	0.68	0.44	0.63
BM8125	7	0.80	0.62	0.77	McM527	6	0.67	0.41	0.61
BM6506	9	0.79	0.61	0.77	ETH10	3	0.56	0.27	0.47
BM1329	8	0.77	0.56	0.73	SPS115	4	0.22	0.11	0.20
CSRD247	7	0.73	0.50	0.68					
SRCRSP8	7	0.71	0.49	0.67					
INRA63	5	0.72	0.48	0.67					

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de exclusión de paternidad realizados durante el año 2004 (**Tabla 4.3**). Puede apreciarse que de los 35 casos analizados sobre animales procedentes de la I.A., se han obtenido 5 dictámenes con incompatibilidad de madre, lo que supone un 14.28% de maternidades incompatibles en I.A. En contraparte no se registró ninguna incompatibilidad de padre y tampoco de padre y madre.

En lo que respecta a los animales de M.N. de los 38 análisis llevados a cabo, la situación se equilibra, registrándose 4 incompatibilidades de madre y otras 4 de padre, es decir un 10.5 % de incompatibilidad en ambos casos. Tampoco se registró ningún caso de incompatibilidad de padre y madre. Así mismo se obtuvieron un 85.7 % y un 79 % de compatibilidades de padre y madre, para los animales nacidos de I.A. y M.N., respectivamente.

**Tabla 4.3.- Resultados de los análisis de control de filiación realizados en el año 2004.**

	Sexo	Nº Casos compatibles padre y madre	Nº Casos compatibles		Nº Casos no compatibles padre y madre	Nº Casos no compatibles		TOTAL
			Padre	Madre		Padre	Madre	
I. A.	♂	15	-	-	-	-	1	16
	♀	15	-	-	-	-	4	19
M.N.	♂	30	-	-	-	3	4	37
	♀	-	-	-	-	1	-	1
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>				<b>4</b>	<b>9</b>	<b>73</b>

De los análisis llevados a cabo durante el año 2005 (**Tabla 4.4**), puede destacarse como de los 36 casos de exclusión de paternidad desarrollados sobre animales nacidos de I.A., 4 de ellos resultaron con incompatibilidad de padre, es decir un 11.11 %. Al contrario que en el año 2004, no se registraron incompatibilidades de madre, así mismo tampoco se detectaron incompatibilidades conjuntas de padre y madre.

Cuando se analizan los resultados obtenidos para los animales de M.N., se observaron errores de asignación de padre del 5.80 % y del 8.70 % de madres, en tanto, que el 10 % de los casos de M.N. resultaron en incompatibilidad de padre y madre.

En cuanto a los casos compatibles, el 77.77 % resultaron compatibles de padre y 2.77 % de madre, para los controles de filiación realizados sobre animales de I.A. Únicamente el 8.33 % de los animales de I.A. obtuvieron compatibilidad de padre y

madre. Para los animales de M.N. resulta destacable como casi el 45 % de los casos resultaron compatibles de padre y madre, en tanto que este porcentaje fue del 16 % y el 14.5 % para el número de casos compatibles de padre y número de casos compatibles de madre, respectivamente.

**Tabla 4.4.- Resultados de los análisis de control de filiación realizados en el año 2005.**

	Sexo	Nº Casos compatibles padre y madre	Nº Casos compatibles		Nº Casos no compatibles padre y madre	Nº Casos no compatibles		TOTAL
			Padre	Madre		Padre	Madre	
I. A.	♂	3	10	-	-	2	-	15
	♀	-	18	1	-	2	-	21
M.N.	♂	13	2	8	2	3	-	28
	♀	18	9	2	5	1	6	41
<b>TOTAL</b>		<b>34</b>	<b>39</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>105</b>

Los análisis llevados a cabo durante el año 2006 (**Tabla 4.5**), pusieron de manifiesto que de los 49 casos analizados sobre animales procedentes de la I.A., se obtuvieron 5 dictámenes con incompatibilidad de madre, y 2 de padre, lo que supone un 10.2 % de maternidades y 4.08 % de paternidades incompatibles en I.A.

En lo respecta a los animales de M.N. de los 74 análisis llevados a cabo, se registraron 10 incompatibilidades de madre y 26 de padre, lo que se traduce en un 13.51% de madres erróneamente asignadas y un 35.13 % para el caso de las paternidades.

Por otra parte es destacable que de los tres casos de incompatibilidad de padre y madre encontrados, dos correspondían a animales de I.A. y uno a animales de M.N. Del mismo modo se halló un 73.46% de casos compatibles de padre y madre en animales de I.A. y un 27.02 % para animales de M.N.

**Tabla 4.5.- Resultados de los análisis de control de filiación realizados en el año 2006.**

	Sexo	Nº Casos compatibles padre y madre	Nº Casos compatibles		Nº Casos no compatibles padre y madre	Nº Casos no compatibles		TOTAL
			Padre	Madre		Padre	Madre	
I. A.	♂	20	3	-	-	1	-	24
	♀	16	1	-	2	1	5	25
M.N.	♂	17	3	-	1	7	1	29
	♀	3	5	9	-	19	9	45
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>123</b>

#### 4.5.- DISCUSIÓN

En términos generales se observa una clara evaluación positiva en el número de controles de filiación efectuados a lo largo de los tres años estudio, habiéndose experimentado un incremento del 41 % entre 2004 y 2006.

Cuando se analizan los resultados de los controles de filiación para los animales nacidos de I.A. durante los tres años de estudio, puede observarse como ni en 2004 ni en 2005, se registraron casos de incompatibilidad conjunta de padre y madre, únicamente en 2006 se detectaron dos casos de incompatibilidad total, pero que apenas representó el 4 % de los análisis efectuados para I.A. En referencia a las compatibilidades de padre y madre resultan reseñables los excelentes porcentajes de compatibilidad obtenidos tanto en 2004 (85.7 %) como en 2006 (73.46 %), por otra parte, en el año 2005, si bien se obtuvieron muy buenos porcentajes de compatibilidad de padre (77.77 %); los porcentajes de compatibilidad conjunta fueron bastante reducidos en este año. De esta situación puede derivarse que en la I.A. se está llevado a cabo con una metodología eficaz en cuanto a la identificación de las dosis seminales, si bien pueden estar produciéndose errores en campo en el momento del parto en lo que a la asignación de la madre se refiere.

Por lo que respecta a los resultados obtenidos en M.N., se hace preciso en primer lugar tener conocimiento del descenso paulatino que ha experimentado el porcentaje de casos compatibles de padre y madre, así se ha pasado de un 79 % de casos compatibles de padre y madre en 2004 a un 27 % en 2006. Del mismo modo puede denotarse como los errores en M.N. se hacen extensibles tanto al padre como a la madre a la hora de establecer la filiación de la cría. Así tras apreciarse un descenso en errores de asignación tanto de padre como de madre, al pasarse de un 10.5 % de error en 2004, a un 5.80 % de errores de asignación de padres y un 8.70 de asignación de madres en 2005, tiene lugar posteriormente un incremento del error de hasta un 35.13 % de asignación de padres y un 13.51 % en asignación de madres en 2006. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de optimizar una técnica operativa para la determinación de la paternidad y maternidad *a posteriori* en animales de filiación dudosa mediante la utilización de una batería concreta de microsatélites del DNA como la empleada en el presente trabajo (Mata, 2001).

A este respecto es preciso indicar que la pérdida de eficacia en el control genealógico en el esquema de selección de una determinada raza, tiene un efecto

negativo en la estimación de los valores de cría de los individuos objeto de mejora genética, parámetros éstos que constituyen la base de las modernas metodologías de selección genética animal (Weller, 1986; Banos y *cols.*, 2001). Así mismo, ha sido asociada la pérdida de asignación de paternidades con reducciones en los valores medios de heredabilidad, en tanto que la covarianza entre los efectos directos y maternos son escasamente afectados (Van Vleck, 1970, Lee y Pollack, 1997, Senneke y *cols.*, 2004). Sin embargo, los errores en la identificación de la paternidad de los individuos no es un acontecimiento extraño.

Así Ron y *cols.* (1996) establecieron que los errores en las asignaciones de paternidad observadas por distintos autores para ganado vacuno de leche europeo oscilan entre un 4 y un 30%. Estos mismos autores trabajando con ganado Holstein israelí asumen un 5% de error en la asignación de paternidad y proponen una metodología mediante una batería de 12 microsatélites en la que sólo se genotifican los sementales y la descendencia, con lo que los costos del análisis se reducen significativamente.

En el Reino Unido para poblaciones bovinas productoras de leche, Visscher y *cols.* (2002) mostraron que en torno al 10% de los registros de paternidad resultaron erróneos. Este valor puede llegar a superar el 20% en otros países europeos, e incluso el 30% en países en vías de desarrollo (Baron y *cols.*, 2002). En este sentido Israel y Weller (2000) hallaron que unas tasas de error en la asignación de paternidad del 10%, dieron lugar a una reducción del progreso genético en torno al 4.3 % por año, y una reducción acumulada del 3.5 % en una previsión a veinte años.

En nuestro caso, aunque no puede establecerse un paralelismo estricto con los estudios hechos para ganado vacuno, dado que el valor económico unitario de la productora bovina es muy superior al de la productora caprina, sí que puede llevarse a cabo otro tipo de consideraciones que matizan este hecho.

En primera instancia debe indicarse que en la práctica el uso de la inseminación artificial en el sector caprino andaluz se encuentra en una fase todavía incipiente (Jiménez-Gamero y *cols.*, 2006), situación que incide negativamente en la certeza de las genealogías. Si bien los errores de asignación de padres y madres encontrados en este trabajo para los animales nacidos fruto de la inseminación artificial podría estar asociada con los errores en la identificación de las pajuelas de semen (Weller y *cols.*, 2004)

Del mismo modo los sistemas de monta natural habitualmente practicados (Machín y Santiago 1997; Mata y Bermejo, 1999 a y 1999b; Melián y *co/s.*, 1992) suelen pasar por simultanear dos o más machos con las hembras, estas dos circunstancias dan lugar a que los porcentajes de error en las asignaciones de paternidad, normalmente mediante criterios subjetivos, sean mucho mayores a los datos aportados para ganado vacuno.

La situación se agrava si a esto le sumamos que el modelo propuesto en el Plan de Mejora de la cabra Murciano Granadina (Delgado y *co/s.*, 2.003), se fundamenta en el establecimiento de un sistema de machos de referencia, que conecte genéticamente los distintos rebaños que participen en el programa de selección.

#### 4.6.- CONCLUSIONES

- La importancia de este trabajo no ha sido tanta la cantidad de pruebas o casos de exclusión que se han realizado, como si el introducir una dinámica de trabajo entre técnicos y ganaderos y hacer ver la importancia que tiene una correcta filiación y el apoyo que pueden ofrecer estas técnicas a la hora de obtener un mejor rendimiento a su trabajo.
- Debemos resaltar que se hace necesario un control riguroso de la genealogía en el caprino, ya que bajo las circunstancias actuales, mucha información incluida en los libros genealógicos, es incorrecta y por ello las matrices de parentesco incluyen mucha información inexacta con niveles de error muy por encima del 4% asumible por las evaluaciones genéticas.
- Contrariamente a lo que se hace en bovino y en otras razas caprinas, hemos demostrado que es imprescindible controlar tanto la paternidad como la maternidad en el caprino. La concentración de las parideras y la alta prolificidad dificultan en muchas ocasiones la asignación de la maternidad de los cabritos en el momento del parto.

#### 4.7.- REFERENCIAS

- Arora, R., Bhatia, S. 2004. *Genetic structure of Muzzafarnagri sheep based on microsatellite analysis*. Small Rumin. Res., 54: 227–230.
- Banos, G., Wiggans, G.R., Powell, R.L. 2001. *Impact of paternity errors in cow identification on genetic evaluations and international comparisons*. J. Dairy Sci. 84, 2523–2529.
- Baron, Erica E., Mário L. Martinez, Rui S. Verneque and Luiz L. Coutinho. 2002. *Parentage testing and effect of misidentification on the estimation of breeding value in Gir cattle*. Genetics and Molecular Biology, 25, 4: 389-394
- Delgado, J. V., J. M. León, M. A. Serrano, A. Cabello, M. E. Camacho, R. Villadén. 2003. *Programa de Mejora Genética de la Cabra Murciano Granadina*. Resúmenes/Póster, 3ª Sesión: Genética y Reproducción. Jornadas Técnicas CaprAA. pp.142. Fuerteventura, España.
- Dodds, K.G., J.C. McEwan, G.H. Davis. 2007. *Integration of molecular and quantitative information in sheep and goat industry breeding programmes*. Small Rumin. Res., 70: 32–41.
- Huguet, E., A. Carracedo y M. Gené. 1988. Capítulo 14. *Valoración médico-legal de la paternidad*. En: *Introducción a la investigación biológica de la paternidad*. Ed. Huguet, E., Carracedo, A. y Gené, M. y Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A. Barcelona.
- Israel, C. and J. I. Weller. 2000. *Effect of Misidentification on Genetic Gain and Estimation of Breeding Value in Dairy Cattle Populations*. J. Dairy Sci., 83:181–187.
- Jamieson, A. 1994. *The effectiveness of using co-dominant polymorphic allelic series for (1) checking pedigrees and (2) distinguishing full-sib pair members*. Anim. Genet., 25:37-44.
- Jiménez Gamero, I. C. 2003. *Clonación de microsatélites en la especie caprina y su aplicación a test de paternidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba (España).
- Jiménez-Gamero, I., G. Dorado, A. Muñoz-Serrano, M. Analla, A. Alonso-Moraga. 2006. *DNA microsatellites to ascertain pedigree-recorded information in a selecting nucleus of Murciano-Granadina dairy goats*. Small Rumin. Res., 65: 266–273.
- Lee, C., Pollack, E.J. 1997. *Influence of sire misidentification on sire x year interaction variance and direct-maternal genetic covariance for weaning weight in beef cattle*. J. Anim. Sci., 75: 2858–2863.

- Luikart, G., Biju-Duval, M.P., Ertugrul, O., Zagdsuren, Y., Maudet, C., Taberlet, P.** 1999. *Power of 22 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for parentage testing in goats (Capra hircus)*. Anim. Genet., 30: 431–438.
- Machín, P. y Santiago, M.** 1997. *Situación actual de la ganadería en la Isla de La Gomera*. Actas del VII Encuentro de los Veterinarios de Canarias, Madeira y Las Azores. Gran Canaria. 20-41.
- Martínez, A., D. Martín, J.M. Lozano, A. Cabello y J.M. León.** 2005a. *Control de la Genealogía mediante microsatélites*. OVIS, 100: 57-65.
- Martínez, A.M., J.L. Vega-Pla, J.M. Lozano, M.P. Carrera, J.M. Acosta y A. Cabello.** 2005b. *Caracterización genética de la cabra Murciano-Granadina con microsatélites*. Arch. Zootec. 54: 327-331.
- Martínez, A.M., J.V. Delgado, A. Rodero and J.L. Vega-Pla.** 2000. *Genetic structure of the Iberian pig breed using microsatellites*. Anim. Genet., 31: 295-301.
- Mata, J.** 2001. *Plan de mejora de la Agrupación Caprina Canaria. Desarrollo de la metodología para el control de la paternidad a través del manejo reproductivo*. Tesis doctoral. Departamento de Genética. Universidad de Córdoba.
- Mata, J.; Bermejo, L. A.** 1999a. *Uso racional ganadero del Parque Rural de Anaga (Tenerife)*. Memoria Proyecto. Cabildo de Tenerife.
- Mata, J.; Bermejo, L. A.** 1999b. *Uso racional ganadero del Parque Rural de Valle Gran Rey (La Gomera)*. Memoria Proyecto. Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- Melián, V.; Sánchez, J. C.; Darmanin, M.; Capote, J. y Fresno, M.** 1992. *Caracterización de las explotaciones caprinas de Fuerteventura*. (Islas Canarias). Actas de las XVI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. 389-395.
- Poto, A.; Goyena, M.; Sánchez, C.; Goyena, E.** 1994. *Control de la paternidad en el ganado caprino de la raza Murciano-Granadina*. Libro de Actas de las XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Pp. 559-561.
- Ron, M.; Blanc, Y.; Band, M.; Ezra, E.; Weller, J.** 1996. *Misidentification rate in the Israeli dairy cattle population and its implications for genetic improvement*. J. Dairy Sci., 79: 676-681.
- Senneke, S.L., Mac Neil, M.D., Van, Vleck.** 2004. *Effect of sire misidentification on estimates of genetic parameters for birth and weaning weights in Hereford cattle*. J. Anim. Sci., 82: 1307–2312.
- Van Vleck, L.D.** 1970. *Misidentification in estimating the parental sib correlation*. J. Dairy Sci., 53: 1469–1474.

- Visscher, P.M., J. A. Woolliams, D. Smith, and J. L. Williams.** 2002. *Estimation of Pedigree Errors in the UK Dairy Population using Microsatellite Markers and the Impact on Selection.* J. Dairy Sci. 85:2368–2375.
- Weller, J.I.** 1986. *Comparison of multitrait and single-trait multiple parity evaluations by Monte Carlo simulations.* J. Dairy Sci., 69: 493–500.
- Weller, J.I., Feldmesser, E., Golik, M., Tager-Cohen, I., Domochofsky, R., Alus, O., Ezra, E., Ron, M.** 2004. *Factors affecting incorrect paternity assignment in the Israeli Holstein population.* J. Dairy Sci., 87: 2627–2640.

## **Capítulo V:**

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE  
LACTACIÓN DE LA RAZA CAPRINA MURCIANO  
GRANADINA

## 5.1.- RESUMEN

En este capítulo se ha procedido al desarrollo de un estudio sobre el grado de ajuste de la curva de lactación en cabras de raza Murciano Granadina, a través de la aplicación de tres modelos matemáticos (gamma incompleta de Wood, Dave y Cobby y Le Du) utilizándose como fuente de variación, el núcleo de control lechero, el número de lactación, la época de parto y el tipo de parto. Se utilizó como base de información el archivo histórico de los controles realizados dentro del Control Lechero Oficial en la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina, a través de sus tres Núcleos de Control Lechero (Granada, Almería y Córdoba), durante los años comprendidos entre 1990 y 2007. Se emplearon un total de 374630 controles efectuados sobre 32655 cabras pertenecientes a 159 ganaderías. La función de Wood, fue la que mejor explicó el comportamiento productivo de las cabras Murciano-Granadina en función del núcleo de control lechero, en función de la época de parto, tipo de parto y número de lactación.

**Palabras clave:** Cabras lecheras, función matemática, cuadrado medio del error.

### ABSTRACT

In this chapter has been developed a study of lactation curve fitness in Murciano Granadina goats through the application of three mathematical models (incomplete gamma of Wood, Dave and Cobby y Le Du), using as variation source, the milking control nucleus, lactation number, kidding season and type of kidding. The historical file of the controls carried out during the Official Milk Control in the National Association Breeders of Murciano Granadina goat breed was used as base of information, through their three milking control programs (Granada, Almeria and Cordoba), during the years 1990 to 2007. A total of 374630 records from 32655 goats 159 herds were used. The Wood model resulted in the best fitness and gave a good description of the Murciano Granadina lactation curve in function of the milking control program, season of kidding, type of kidding and lactation number.

**Key words:** Dairy goats, mathematical function, mean square error.

## 5.2.- INTRODUCCIÓN

La curva de lactación es la representación de la producción lechera frente a los días de lactación (Cobuci y *cols.*, 2000), la cual ha sido estudiada fundamentalmente en el ganado vacuno (Pollott, 2000; Togashi y Lin, 2003). Presenta dos fases diferenciadas, una primera ascendente que se extiende desde el parto hasta alcanzar la máxima producción y una descendente desde este punto hasta el secado. Se denomina persistencia de la curva a la pendiente de ésta última fase (Portolano, 1997).

Por tanto, el estudio de la curva de lactación es importante porque permite la identificación de posibles errores en el manejo de un determinado rebaño, como puede ser una alimentación deficiente, inadecuadas instalaciones, patologías no detectadas, etc. (Graminha y *cols.*, 1996, Peña y *cols.*, 1999, Garcés, 2004). Permite también conocer la evolución de la producción lechera de los animales, así como sus variaciones a lo largo de una lactación, mediante el seguimiento de un animal o un grupo de ellos, estimándose de este modo su producción lechera total o parcial. Además, con la elaboración de las curvas de lactación, se pueden detectar anticipadamente las cabras potencialmente más productivas de un rebaño, facilitándose de este modo la toma de decisiones sobre el posible descarte de los animales por su aptitud productiva (Gall, 1981).

Con este objetivo han sido desarrollados a nivel internacional diversos modelos empíricos para la modelización de las curvas de lactación (Wood, 1967; Yadav y *cols.*, 1977; Dhanoa, 1981; Wilmink, 1987; Gipson and Grossman, 1989; Cappio-Borlino y *cols.*, 1995; Serchand y *cols.*, 1995; Vargas y *cols.*, 2000; Ruíz y *cols.*, 2000). Sin embargo, son escasas las referentes al caprino lechero, sobre todo cuando se comparan con las desarrolladas sobre el bovino de producción láctea (Masselin y *cols.*, 1987; Serchand y *cols.*, 1995; Vargas y *cols.*, 2000; Pollott, 2000).

Según Wood (1980), el conocimiento de la curva de lactación es necesario para determinar el manejo nutricional y reproductivo de animales en lactación, mediante la estimación de la producción total por lactación, así como el pico de producción y la persistencia de la lactación. Para ello es importante establecer los parámetros de las curvas de lactación que mejor se ajusten a la producción de leche en caprinos lechero, mediante la observación de las diferencias entre razas y entre

rebaños, así como mediante la determinación de los efectos ambientales que afectan a esos parámetros.

La variación de los parámetros que determinan la forma de la curva de lactación puede estar provocada por la influencia de las condiciones ambientales viéndose afectada, consecuentemente, la producción de leche (Fresno y *cols.*, 1992; Gonçalves y *cols.*, 1997). Por tanto, las curvas de lactación de un rebaño se constituyen en el mejor indicativo sobre el índice productivo lechero del mismo, en las condiciones ambientales que afecten al mismo. McManus y *cols.* (1997) establecen que existen muchos factores que pueden afectar a la producción total de leche en una única lactación. Así pues los principales factores que pueden influenciar los niveles productivos de un rebaño caprino lechero y por tanto, el comportamiento de su curva de lactación pueden resumirse en: la raza, época de parto, edad de la cabra, número de crías por parto, ambiente y estado nutricional (Morand-Fehr y Sauvart, 1980; Gall, 1981; Gipson y Grossman, 1990; Wahome y *cols.*, 1994; Ruvuna y *cols.*, 1995; Macciotta y *cols.*, 2005a, Peralta-Lailson y *cols.*, 2005).

En el presente capítulo se llevó a cabo un estudio del ajuste de la curva de lactación de la raza Murciano Granadina en base a tres modelos matemáticos, utilizándose como fuentes de variación el núcleo de control lechero, la época de parto (primavera, verano, otoño e invierno), el tipo de parto y el número de lactación.

### 5.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

Como base de información se utilizó el archivo histórico de los controles realizados en el Control Lechero Oficial en la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina, a través de sus tres Núcleos de Control Lechero (Granada, Almería y Córdoba), durante los años comprendidos entre 1990 y 2007. Se emplearon un total de 374630 controles efectuados sobre 32655 cabras pertenecientes a 159 ganaderías. La producción de leche se controló mensualmente según establece el método A4 (entre 28 y 34 días), siempre siguiéndose las recomendaciones del International Committe for Animal Recording (ICAR, 1990). La duración media de las lactaciones para este análisis quedó establecida en los 210 días.

Para el estudio del ajuste de la curva de lactación se seleccionaron tres modelos empíricos en función del núcleo de control lechero (Granada, Almería y Córdoba), la época de parto (primavera, verano, otoño e invierno), el tipo de parto (simple, doble, triple y cuádruple) y el número de lactación (cabras de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta o superior lactación). Cuando el número de lactación fue superior a cuatro se agrupó en la categoría de cuarta o superior lactación, debido al escaso número de observaciones que de ellas se disponían.

En el ajuste de los modelos se utilizó el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (SAS, 2001). Para el cálculo de los parámetros de los modelos se utilizó el método de Marquardt (1963). Como criterios de decisión del ajuste de la bondad de los modelos se utilizaron por orden de prioridad, el menor valor de Cuadrado Medio del Error (**C.M.E.**) de la ecuación estudiada, mayor nivel del coeficiente determinativo (**R<sup>2</sup>**) y el menor número de iteraciones necesarias para alcanzar el valor de los parámetros de las curvas; parámetro indicativo de una mayor facilidad de cómputo de la función matemática utilizada (Draper y Smith, 1981; Romero, 1989).

El **R<sup>2</sup>** se calculó a través de la expresión:

$$R^2 = 1 - (SCR/SCT),$$

Donde

**SCR**, corresponde a la suma de cuadrados residual y

**SCT**, a la suma de cuadrados total.

Los modelos utilizados fueron:

- La función de Wood (1967)  $[y(t) = a t^b e^{-ct}]$ .
- El modelo de Dave (1971)  $[y(t) = a + bt - ct^2]$ .
- La ecuación de Cobby y Le Du (1978)  $[y(t) = a - bt - ae^{-ct}]$ .

Donde:

- y**, representa la producción diaria de leche registrada al tiempo **t**,
- t**, son los días de lactación,
- a, b, c**, son los parámetros de la función.

Según la función gamma incompleta de Wood (1967), el parámetro **a** representa la producción inicial de leche, **b** define la tasa de ascenso media en la fase pre-pico de producción, y **c** refleja la tasa media de descenso de la producción después de alcanzado el pico de producción. En este modelo la persistencia de la lactación queda definida como  $-(b+1) \ln c$ , el tiempo en el que se alcanza el pico de producción, como  $b/c$  días y la producción en el pico, como  $a(b/c)^b e^{-b}$ . La persistencia de la lactación es una medida adimensional del intervalo de tiempo en el cual la producción de leche se mantiene en un valor suficientemente próximo al del pico de producción (Macciotta y cols., 2005a). El modelo de Dave (1971), es una ecuación cuadrática en la que el tiempo al que se alcanza el pico de producción es estimado por la relación  $b/2c$ . En el modelo de Cobby y Le Du (1978), los parámetros **b** y **c**, representan la persistencia de lactación y el descenso en la producción, respectivamente, siendo el pico de producción estimado como,  $c-1 \ln(ac/b)$  días después del parto y el tiempo para alcanzar el pico de lactación en  $\ln(ac/b)$ , con posterior descenso.

#### 5.4.- RESULTADOS

Para el total de la población Murciano-Granadina incluida en este análisis, los parámetros obtenidos en las curvas de lactación obtenidas en función de los modelos matemáticos aplicados, se exponen en la **Tabla 5.1**.

**Tabla 5.1.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos aplicados para el total de la población.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.4077</b>	<b>0.1487</b>	<b>-0.00344</b>	<b>0.7734</b>	<b>0.8235</b>	<b>10</b>
<b>Dave</b>	2.1079	0.000105	0.000015	0.7756	0.8230	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.3195	0.1403	0.00369	0.7748	0.8232	8

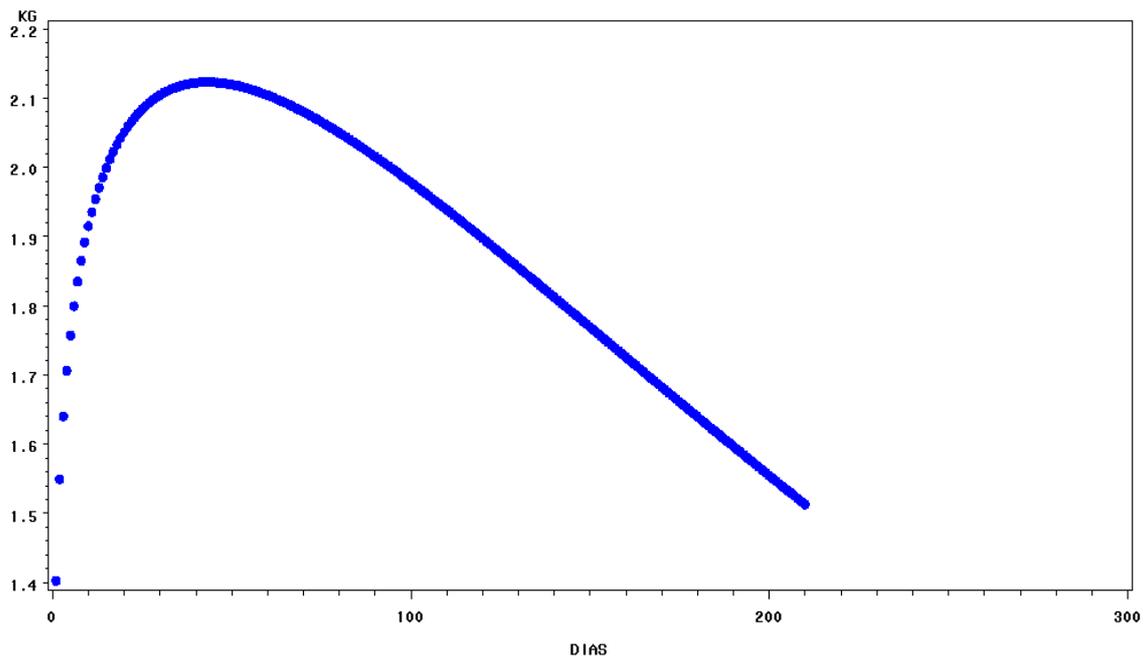
a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

Puede observarse como para el modelo Wood se obtuvo el menor valor de CME con 0.7734, frente al 0.7748 y 0.7756 hallados en los modelos de Cobby y Le Du y de Dave, respectivamente (**Tabla 5.1**). Del mismo modo el valor de R<sup>2</sup> más elevado

se alcanzó en el modelo de Wood con 0.8235. Por todo ello puede indicarse que los datos de producción lechera, mostraron un mejor ajuste general a la función de Wood.

La curva de lactación obtenida para el conjunto de datos derivados del Control Lechero Oficial (**Figura 5.1**) ajustados al modelo de Wood, pone de manifiesto la existencia de un pico productivo de 2.12 kg., que son alcanzados a los 43 días de inicio de la lactación; en tanto que la persistencia de la lactación hallada fue de 6.51.

**Figura 5.1.-** Curvas de lactación para el total de la población ajustada a la función de Wood.



Los parámetros de las curvas de lactación calculados, en función de los modelos matemáticos aplicados, quedan reflejados en las **Tablas 5.2, 5.3 y 5.4**, para los núcleos de control lechero de Granada, Almería y Córdoba, respectivamente.

**Tabla 5.2.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para el núcleo de control lechero de Granada.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.3326</b>	<b>0.1465</b>	<b>0.00336</b>	<b>0.7629</b>	<b>0.8083</b>	<b>5</b>
<b>Dave</b>	1.9891	- 0.0000023	0.000013	0.7650	0.8078	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.1826	0.1408	0.00340	0.7640	0.8080	8

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.3.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para el núcleo de control lechero de Almería.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.5307</b>	<b>0.1326</b>	<b>0.00315</b>	<b>0.7349</b>	<b>0.8426</b>	<b>5</b>
<b>Dave</b>	2.2155	-0.00036	0.000013	0.7362	0.8423	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.3944	0.1353	0.00362	0.7357	0.8424	8

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.4.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para el núcleo de control lechero de Córdoba.

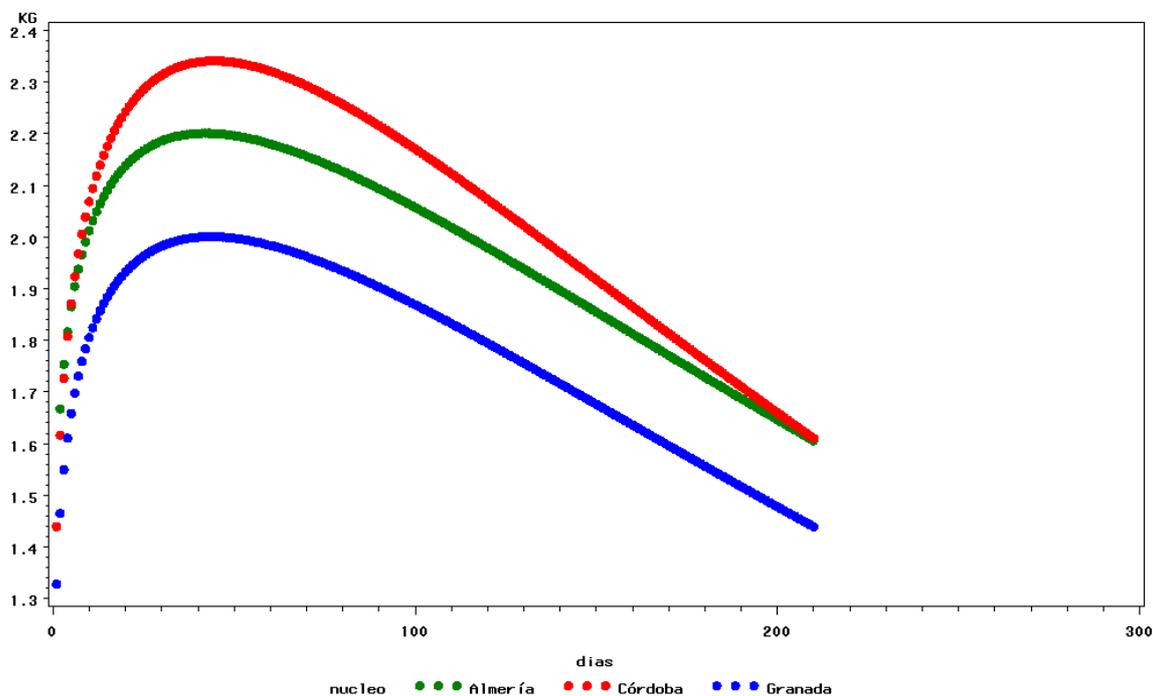
<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.4455</b>	<b>0.1725</b>	<b>0.00388</b>	<b>0.7740</b>	<b>0.8480</b>	<b>4</b>
<b>Dave</b>	2.2691	0.00124	0.000022	0.7773	0.8473	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.5709	0.1390	0.00438	0.7769	0.8474	8

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

Cuando se analizan de forma pormenorizada los criterios de ajuste obtenidos para los tres modelos matemáticos aplicados en cada uno de los núcleos de control lechero, se observó que tanto para el núcleo de control de Granada, como para el de Almería y Córdoba, el modelo que mejor describió el comportamiento productivo de los animales fue el de Wood. Para los tres núcleos de control, el modelo de Wood ofreció unos valores de CME de 0.7629, para el núcleo de Granada (**Tabla 5.2**), de 0.7349 para el de Almería (**Tabla 5.3**) y, finalmente de 0.7740 para el de Córdoba (**Tabla 5.4**). El número de iteraciones necesarias para la obtención de los parámetros de las curvas, fue muy similar para los tres núcleos, con 5 iteraciones para el núcleo de Granada y Almería y 4 para el de Córdoba.

Así en la **Figura 5.2**, quedan reflejadas las curvas de lactación para los tres núcleos de control lechero ajustadas al modelo de Wood, y según el cual los picos de lactación obtenidos para el núcleo de Granada, Almería y Córdoba fueron por este orden de 2, 2.20 y 2.24 kg. Estos picos productivos se alcanzaron a los 44, 42 y 51 días, para los núcleos de Granada, Almería y Córdoba, respectivamente. La persistencia de la lactación obtenida fue de 6.52 para Granada y Almería y de 6.51 para el de Córdoba.

Figura 5.2.- Curvas de lactación para los núcleos de control lechero de Granada, Almería y Córdoba ajustadas a la función de Wood.



En las Tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 pueden observarse los valores de los diferentes parámetros calculados, así como su CME,  $R^2$  y número de iteraciones, para la época de parto de primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente.

Tabla 5.5.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para la época de primavera.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>2.1043</b>	<b>0.0247</b>	<b>0.00190</b>	<b>0.7010</b>	<b>0.8297</b>	<b>5</b>
<b>Dave</b>	2.3079	-0.00418	-0.0000045	0.7011	0.8297	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.2539	0.7014	0.00307	0.7012	0.8297	47

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.6.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para la época de verano.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.1902</b>	<b>0.2600</b>	<b>0.00609</b>	<b>0.8384</b>	<b>0.8156</b>	<b>5</b>
<b>Dave</b>	2.3857	-0.00064	0.000022	0.8490	0.8133	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.7786	0.1140	0.00681	0.8430	0.8146	7

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.7.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para la época de otoño.

Modelo	a	b	c	CME	R <sup>2</sup>	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.2900</b>	<b>0.1842</b>	<b>0.00432</b>	<b>0.8376</b>	<b>0.8229</b>	<b>4</b>
<b>Dave</b>	2.0635	0.00185	0.000027	0.8395	0.8225	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.3536	0.1348	0.00432	0.8390	0.8226	6

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.8.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para la época de invierno.

Modelo	a	b	c	CME	R <sup>2</sup>	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.0477</b>	<b>0.2162</b>	<b>0.00366</b>	<b>0.7491</b>	<b>0.8269</b>	<b>5</b>
<b>Dave</b>	1.8691	0.00350	0.000026	0.7519	0.8263	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.2360	0.1024	0.00302	0.7521	0.8262	9

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

En el estudio de modelización de la curva de lactación en función de la época de parto, el mejor ajuste obtenido en función de los criterios evaluados, fue el ofrecido por la función de Wood para las cuatro épocas del año. En primavera se encontraron valores muy similares de CME para los tres modelos aplicados, y que fueron de 0.7010 para el modelo de Wood, 0.7011 para el de Dave y de 0.7012 en el de Cobby y Le Du. Resulta destacable el mayor número de iteraciones encontrado para el modelo de Cobby y Le Du, con 47 (Tabla 5.5). Para la época de verano los modelos de Dave y Cobby y Le Du alcanzaron similares valores de CME, con niveles de 0.8490 y 0.8430, respectivamente, en tanto que el modelo de Wood ofreció un valor más reducido con 0.8384 (Tabla 5.6). De nuevo los valores de CME para los tres modelos se aproximaron en la época otoño, con valores de 0.8376 para el de Wood, 0.8395 para el de Dave y 0.8390 para Cobby y Le Du (Tabla 5.7). En el caso del invierno los CME obtenidos, fueron inferiores para el modelo de Wood con 0.7491 y muy similares pero superiores para Dave y Cobby y Le Du con 0.7519 y 0.7521, respectivamente (Tabla 5.8). Para las cuatro épocas del año el modelo de Dave, por su menor complejidad, precisó de menos iteraciones para la obtención de los parámetros de las curvas.

En las Figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 pueden observarse, por este orden, las curvas de lactación ajustadas al modelo de Wood en las épocas de primavera, verano otoño e invierno. Así se halló para la época de primavera un pico productivo de 2.18 kg., el cual es alcanzado a los 13 días. En verano y otoño el pico productivo fue de 2.43 y 2.14 kg., respectivamente, alcanzándose para ambas épocas a los 43 días después del parto. En invierno se alcanzaron los picos productivos más bajos con 2.03 kg. a los 59 días. Las persistencias de la lactación fueron de 6.42 para la primavera y el verano, de 6.44 para el otoño y de 6.82 para la época de invierno.

Figura 5.3.- Curva de lactación para cabras con partos de primavera, ajustada a la función de Wood.

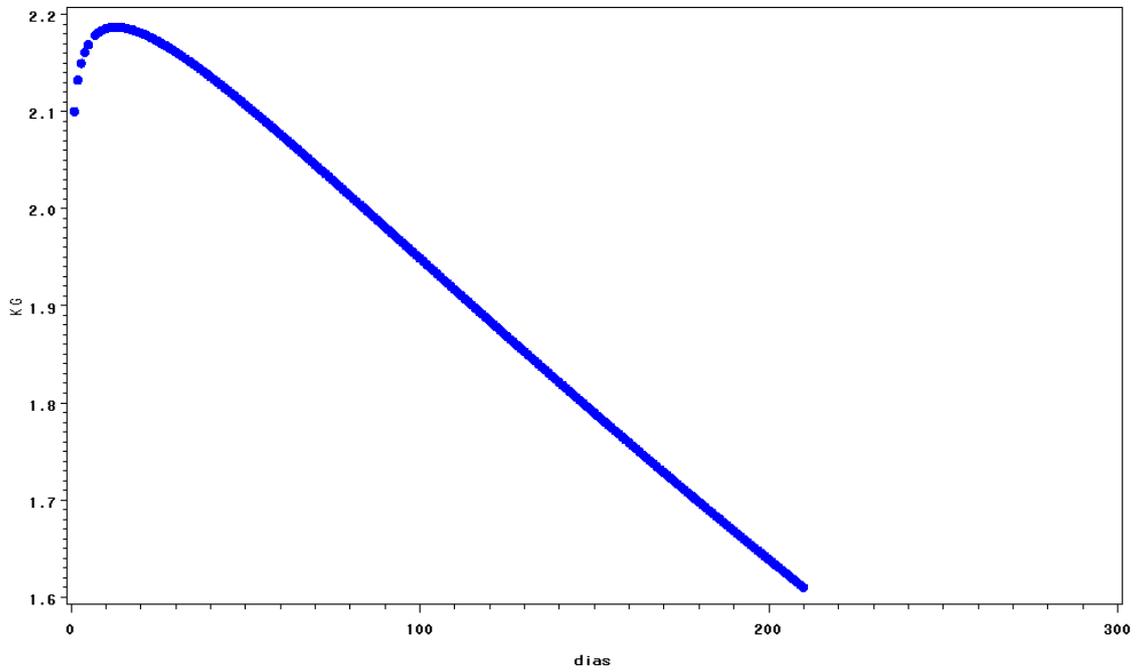


Figura 5.4.- Curva de lactación para cabras con partos de verano, ajustada a la función de Wood.

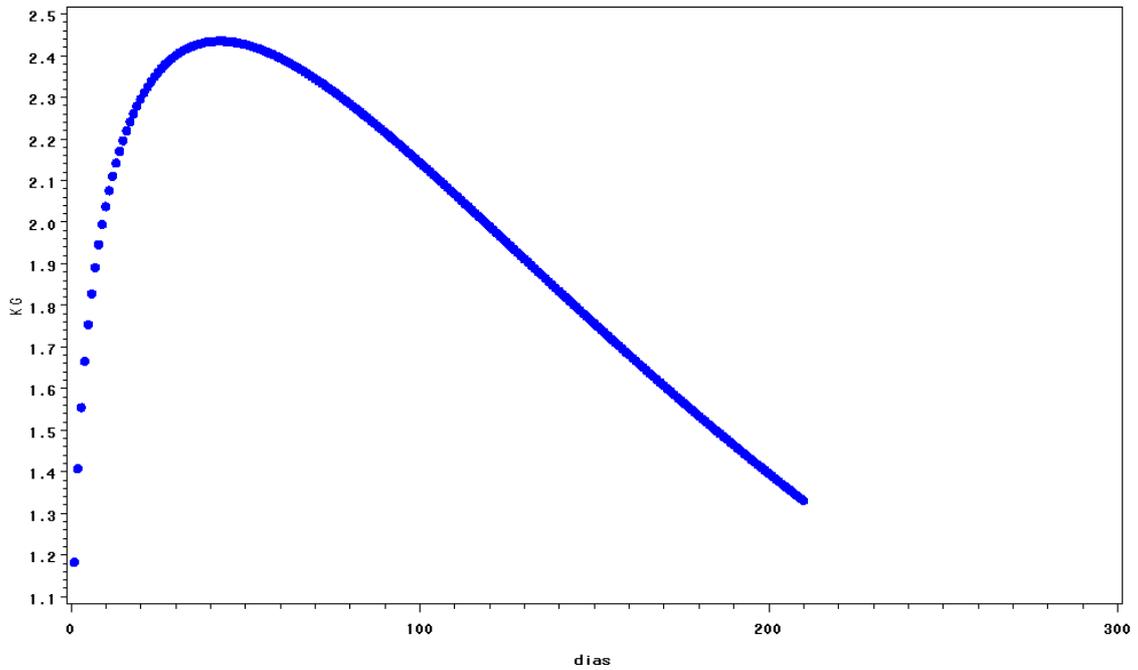


Figura 5.5.- Curva de lactación para cabras con partos de otoño, ajustada a la función de Wood.

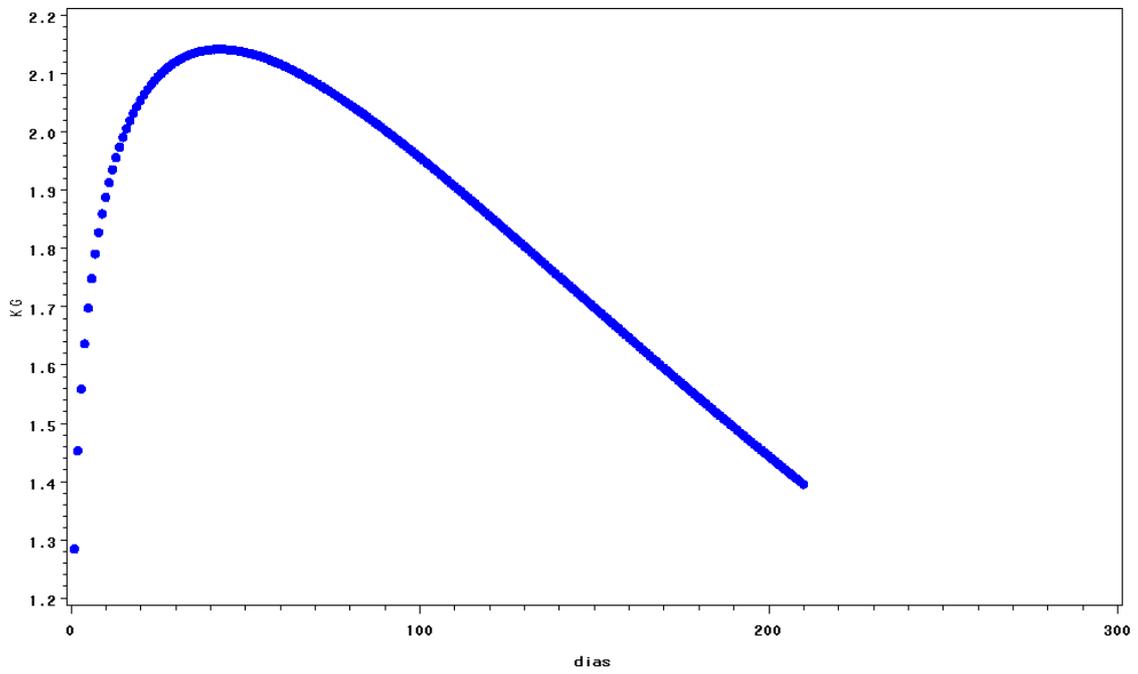
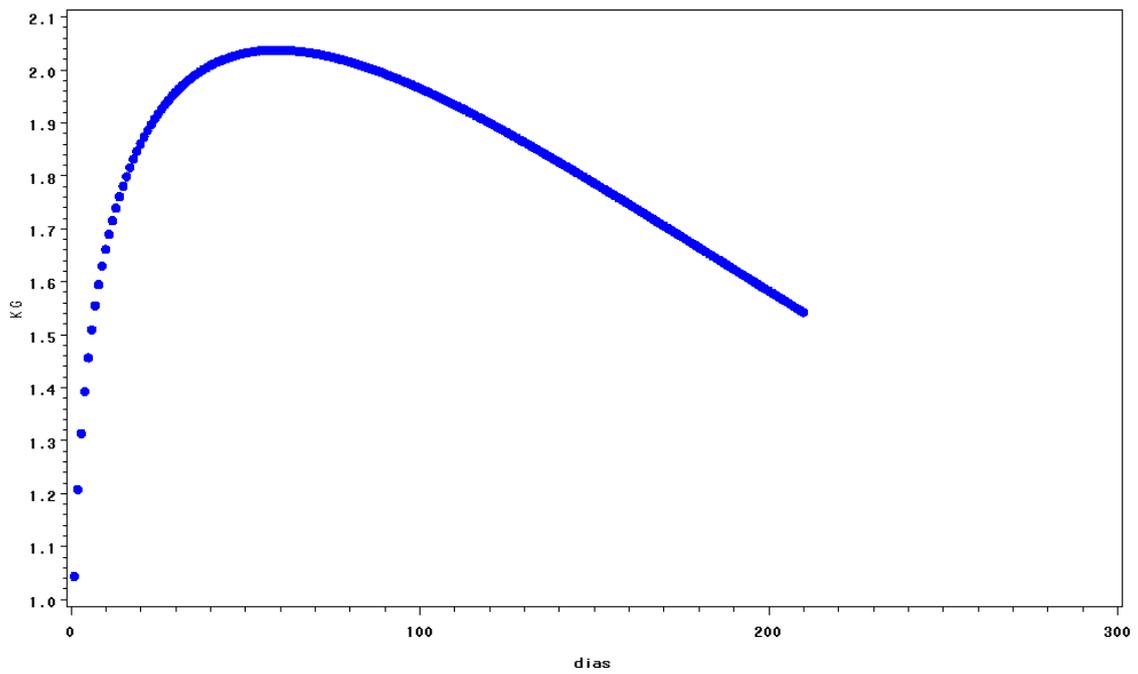


Figura 5.6.- Curva de lactación para cabras con partos de invierno, ajustada a la función de Wood.



En las **Tablas 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12**, se muestran los valores de los diferentes parámetros calculados, así como su CME,  $R^2$  y número de iteraciones, en función del tipo de parto de la cabra, según se trate de partos simples, dobles, triples y cuádruples, respectivamente.

**Tabla 5.9.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para tipo de parto simple.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.2036</b>	<b>0.1708</b>	<b>-0.00356</b>	<b>0.6219</b>	<b>0.8347</b>	<b>8</b>
<b>Dave</b>	1.8909	0.00149	0.000019	0.6238	0.8342	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.1506	0.1296	0.00330	0.6243	0.8341	9

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.10.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para tipo de parto doble.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.7664</b>	<b>0.1050</b>	<b>-0.00301</b>	<b>0.8143</b>	<b>0.8380</b>	<b>3</b>
<b>Dave</b>	2.3715	-0.00188	0.0000076	0.8162	0.8376	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.4874	0.1780	0.00390	0.8158	0.8377	10

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.11.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para tipo de parto triple.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.9302</b>	<b>0.1315</b>	<b>-0.00380</b>	<b>0.9880</b>	<b>0.8460</b>	<b>3</b>
<b>Dave</b>	2.7832	-0.00269	0.000011	0.9913	0.8455	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.9669	0.1477	0.00571	0.9886	0.8459	6

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.12.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para tipo de parto cuádruple.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>0.9713</b>	<b>0.3053</b>	<b>-0.00498</b>	<b>1.0355</b>	<b>0.8297</b>	<b>4</b>
<b>Dave</b>	2.1455	0.00713	0.000046	1.0457	0.8280	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.8522	0.0851	0.00495	1.0384	0.8292	5

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

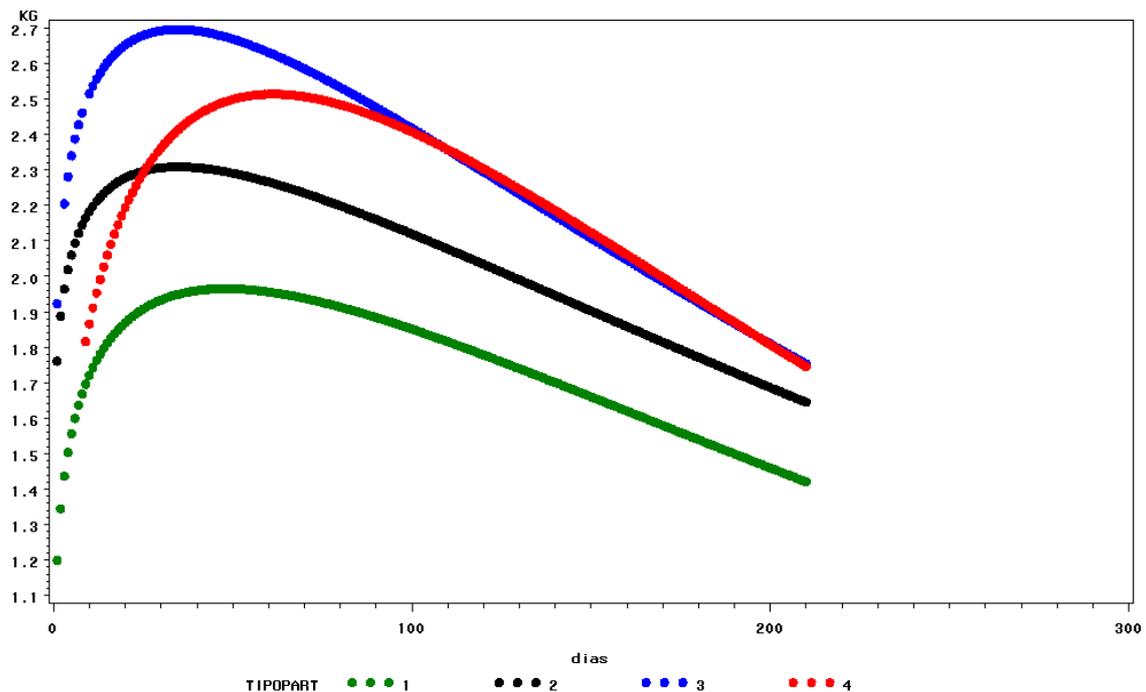
En lo que respecta al tipo de parto la función de Wood también demostró ser el modelo que mejor describió el comportamiento productivo para cabras de parto simple, doble, triple y cuádruple. Así para cabras de parto simple y doble (**Tablas 5.9 y 5.10**) los valores de CME se mostraron más próximos para los tres modelos utilizados. Para

los casos de partos triples y cuádruples, la diferencias de CME se ampliaron sobre todo entre el modelo de Wood y el de Dave, con valores de 0.9880 y 0.9913 por este orden, para cabras de parto triple y de 1.0355 y 1.0457, para cabras de parto cuádruple (Tablas 5.11 y 5.12). Los valores de  $R^2$  mostraron una gran similitud para los tres modelos utilizados, de nuevo el modelo de Dave precisó de menos iteraciones en todos los casos.

En la **Figura 5.7** pueden observarse las curvas de lactación por tipo de parto, ajustadas a la función de Wood. Para este modelo matemático, se obtuvieron en función del tipo de parto unos picos de producción de 1.96 kg. a los 48 días postparto, 2.30 kg. a los 35 días, 2.69 kg. a los 34 días y 2.51 a los 61 días, para cabras de parto simple, doble, triple y cuádruple, respectivamente.

Las persistencias obtenidas para la curva de lactación fueron de 6.60 para cabras de parto simple, de 6.41 para las de parto doble, 6.30 para los partos triples y 6.92 para partos cuádruples.

**Figura 5.7.** Curvas de lactación para cabras de parto simple (1), doble (2), triple (3) y cuádruple (4), ajustadas a la función de Wood.



En las Tablas 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 y 5.17, quedan reflejados los valores de los diferentes parámetros calculados, así como su CME,  $R^2$  y número de iteraciones, en función del número de lactación de la cabra, según se trate de cabras en primera lactación, segunda, tercera, cuarta o quinta y superiores.

Tabla 5.13.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para cabras de primera lactación.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.0837</b>	<b>0.1671</b>	<b>-0.00308</b>	<b>0.5595</b>	<b>0.8290</b>	<b>8</b>
<b>Dave</b>	1.7183	0.00124	0.000014	0.5620	0.8282	1
<b>Cobby y Le Du</b>	1.9349	0.1210	0.00244	0.5603	0.8287	7

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.14.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para cabras de segunda lactación.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.3295</b>	<b>0.1683</b>	<b>-0.00356</b>	<b>0.7490</b>	<b>0.8332</b>	<b>4</b>
<b>Dave</b>	2.0694	0.00165	0.000021	0.7506	0.8328	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.3537	0.1304	0.00366	0.7509	0.8328	8

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.15.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para cabras de tercera lactación.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.6448</b>	<b>0.1293</b>	<b>-0.00336</b>	<b>0.8337</b>	<b>0.8348</b>	<b>3</b>
<b>Dave</b>	2.3453	-0.00099	0.000012	0.8358	0.8344	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.5226	0.1547	0.00417	0.8351	0.8346	9

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

Tabla 5.16.- Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para cabras de cuarta lactación.

Modelo	a	b	c	CME	$R^2$	Nº Iteraciones
<b>Wood</b>	<b>1.6813</b>	<b>0.1283</b>	<b>-0.00346</b>	<b>0.8694</b>	<b>0.8309</b>	<b>3</b>
<b>Dave</b>	2.3819	-0.00112	0.000013	0.8711	0.8305	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.5535	0.1686	0.00435	0.8710	0.8306	10

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual.  $R^2$  = Coeficiente determinativo.

**Tabla 5.17.-** Parámetros estimados en cada uno de los modelos estudiados para cabras de quinta y superior lactación.

<b>Modelo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>CME</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Nº Iteraciones</b>
<b>Wood</b>	<b>1.6767</b>	<b>0.1240</b>	<b>-0.00378</b>	<b>0.8489</b>	<b>0.8193</b>	<b>9</b>
<b>Dave</b>	2.3571	-0.00241	0.0000091	0.8509	0.8193	1
<b>Cobby y Le Du</b>	2.4873	0.1775	0.00476	0.8505	0.8190	10

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R<sup>2</sup> = Coeficiente determinativo.

Finalmente se aborda el ajuste de las producciones a los modelos matemáticos en función del número de lactación. Siguiendo la pauta general demostrada por el resto de efectos analizados, de nuevo el modelo de Wood mostró el mejor ajuste a las curvas de lactación para cabras de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta o superior lactación. Los niveles de CME hallados para el modelo de Wood fueron, para todas las lactaciones, inferiores a los ofrecidos por los modelos de Dave y Cobby y Le Du (**Tablas 5.13 a 5.17**); hecho que denota una mejor adaptación del comportamiento productivo de las cabras Murciano Granadina a la función de Wood en función del número de lactación. Las mayores diferencias de CME, entre los niveles superiores e inferiores, se denotaron para cabras de segunda y tercera lactación. Así en cabras de segunda lactación el modelo Wood ofreció un CME de 0.7490 y el de Cobby y Le Du de 0.7509 (**Tabla 5.14**), en tanto que para cabras tercera lactación, el modelo de Wood ofreció valores de CME de 0.8337 y de 0.8358 el de Dave (**Tabla 5.15**).

En la **Figuras 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12** pueden apreciarse las curvas de lactación para cabras de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta o superior lactación ajustadas a la función de Wood.

Los picos de producción obtenidos en función del número de lactación fueron de 1.78 kg. a los 54 días, 2.25 kg. a los 42 días, 2.31 kg. a los 38 días, 2.33 kg. a los 37 días y 2.28 kg. a los 33 días, para cabras de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta o superior lactación. La persistencia de la lactación fue por este orden, de 6.74, 6.88, 6.43, 6.39 y 6.26, en cabras de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta o superior lactación.

Se observa de forma general como las persistencias disminuyen a medida que los picos de producción se elevaban y se alcanzaban más tempranamente. Esto parece indicar que las cabras movilizan sus reservas a lo largo de la lactación, y por tanto cuando alcanzan un pico muy alto y temprano, inician un declive más fuerte de la

producción, sobre todo cuando los máximo productivos se alcanzan en edades más avanzadas.

Figura 5.8. Curva de lactación para cabras de primera lactación ajustada a la función de Wood.

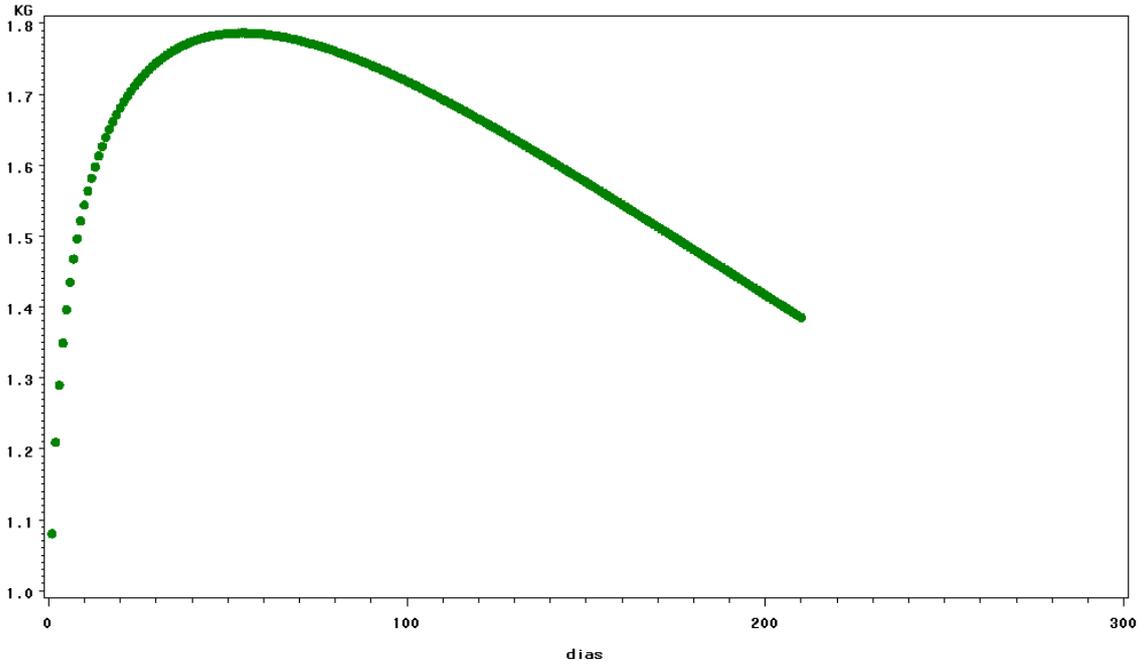


Figura 5.9.- Curva de lactación para cabras de segunda lactación ajustada a la función de Wood.

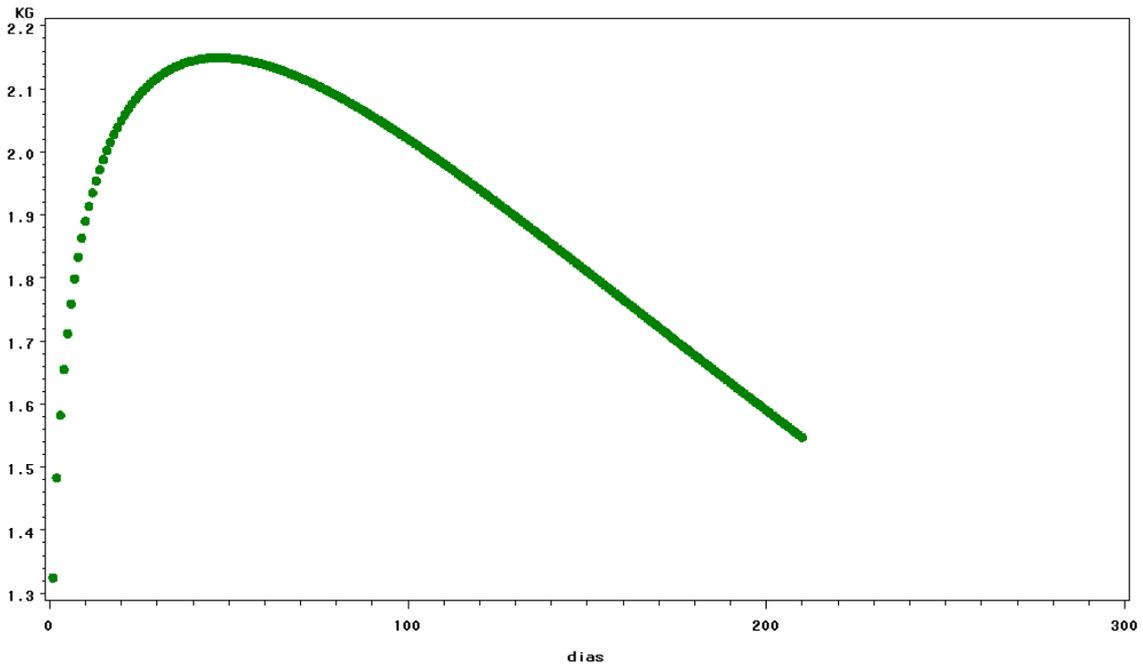


Figura 5.10.- Curva de lactación para cabras de tercera lactación ajustada a la función de Wood.

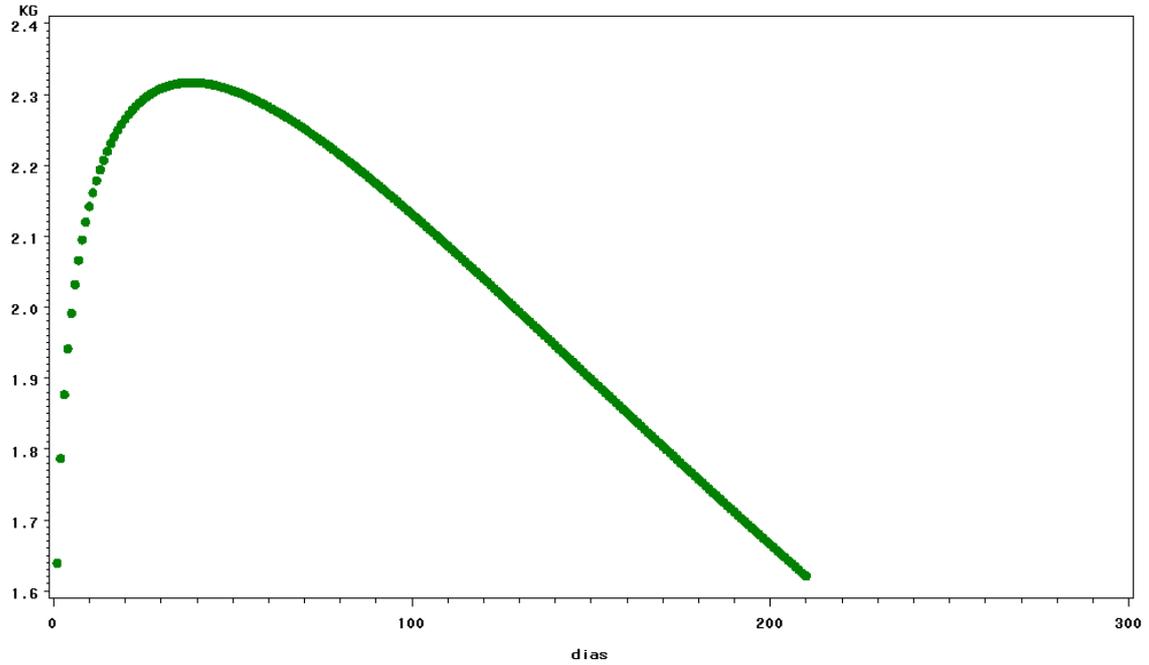


Figura 5.11.- Curva de lactación para cabras de cuarta lactación ajustada a la función de Wood.

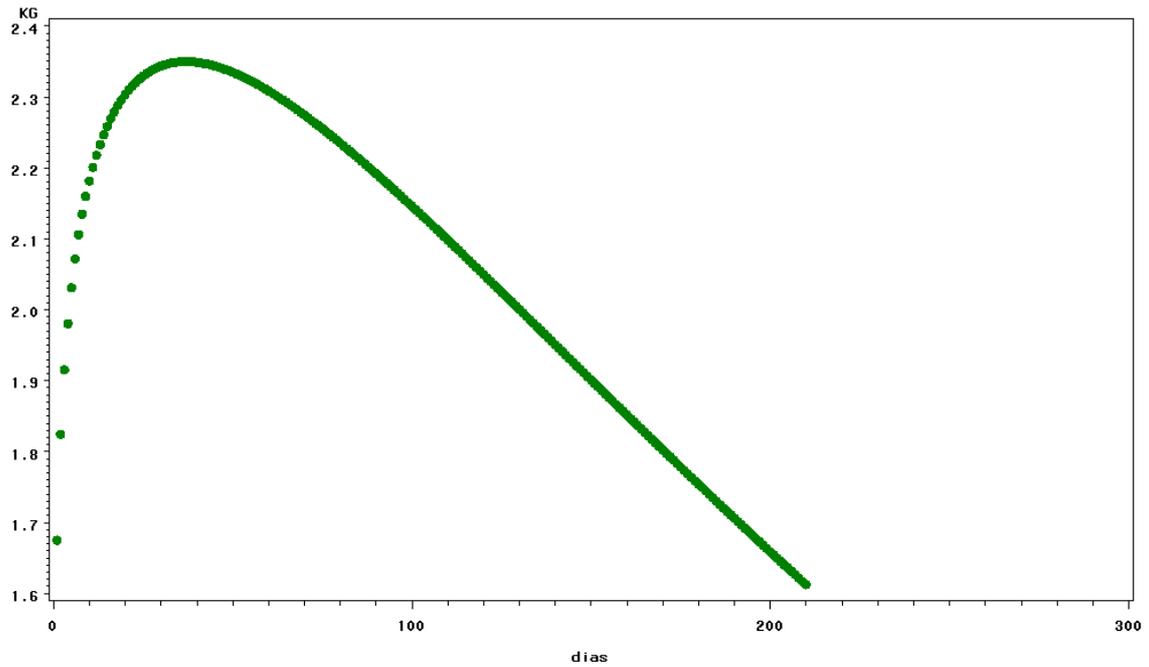
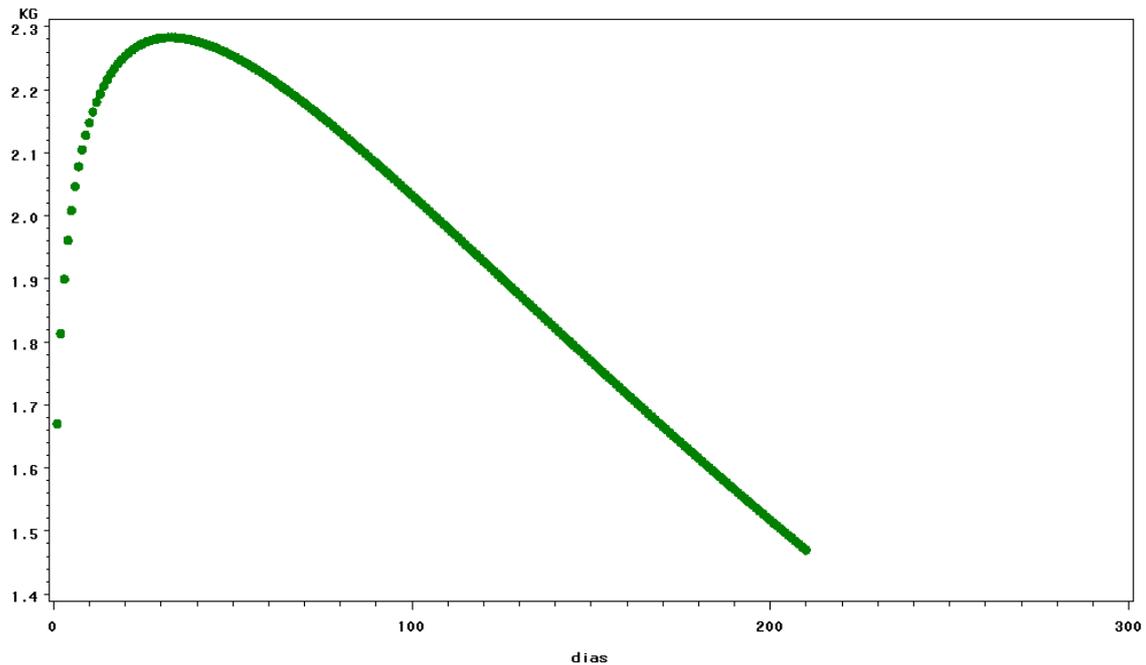


Figura 5.12.- Curva de lactación para cabras de quinta lactación y superiores ajustada a la función de Wood.



## 5.5.- DISCUSIÓN

A nivel general debe resaltarse que la curva de lactación de la cabra Murciano-Granadina se ajustó con mayor precisión al modelo de propuesto por Wood (1969) en el vacuno Frisón, el cual se ha descrito como el de mejor ajuste para la hembra lechera especializada en la mayoría de especies de abasto.

Las principales razas ovinas, caprinas e incluso bufalinas especializadas en la producción lechera muestran un comportamiento bien explicado por la curva de Wood. Las razas menos selectas, más sometidas a influencia ambiental muestran ajustes a otros modelos, como fue el caso de la función de Cobby y Le Du en la Agrupación Caprina Canaria (Fresno, 1993). La justificación que los autores dieron a este ajuste fue que los animales de esta raza, presentaban un precoz pico de producción y una persistencia elevada de la lactación.

De ello puede deducirse que la cabra Murciano-Granadina se comporta como una raza altamente especializada y gran potencial para la selección. Como quiera que sea el conocimiento de la curva de lactación es esencial en términos zootécnicos, ya que en ella podemos basarnos para planificar el manejo productivo y reproductivo de los rebaños.

Los parámetros de las curvas de lactación informan de aspectos tan importantes como la magnitud y temporalidad de los máximos productivos (pico), lo que permite ajustar los lotes de partos para mantener unos niveles productivos acordes con la demanda del mercado, y también planificar los lotes en función de las necesidades alimentarias.

En este sentido debe indicarse que la ubicación de los picos de producción está también condicionada por factores raciales como se desprende de las diferencias existentes entre lo observado por Devendra y Burns (1983) en cabras de raza Malabari, donde los picos aparecen de forma prematura en la primera semana, y lo señalado por Mourad (1992) en la raza Alpina, quien cita un pico en el 5<sup>o</sup> mes de lactación. Para Peris (1994) la mayoría de las cabras sitúan su máxima producción entre la 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana lo que se deriva de trabajos de los investigadores más habitualmente citados (Sauvant y Morand Fehr, 1975; Morand Fehr y Sauvant, 1980; Morand Fehr y cols., 1981; Blatchford y Peaker, 1982; Kala y Prakash, 1990). Sin embargo Gall (1981) cita unos márgenes más amplios, entre la 2<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> semana, si bien en su revisión contempla trabajos más antiguos (Bonnekamp, 1939; Rako, 1950). En las cabras españolas aparecen picos en la 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> semana en la raza Majorera (Fresno, 1993) en la 4<sup>a</sup> semana en raza Malagueña y en Tinerfeñas (Herrera y Subires, 1988; Fresno, 1993) y en la 5<sup>a</sup> en Murciano-Granadinas (Peris, 1994). Situación similar es la que acontece en lo concerniente al mantenimiento de los niveles máximos de producción (persistencia).

A continuación será descrito el comportamiento de la lactación de la cabra Murciano-Granadina, en función de distintos efectos de factores de variación, si bien, puede denotarse como la curva de Wood es la que presentó la mejor bondad de ajuste en todos los casos, si se han observado oscilaciones entre niveles que son dignos de discutirse individualmente.

Los parámetros de las curvas de lactación obtenidos en función del núcleo de control lechero ofrecen una visión general del comportamiento productivo de la raza Murciano Granadina. Así los valores de **a**, **b**, y **c** que fueron de 1.3326, 0.1465 y 0.00336 para el núcleo de Granada, de 1.5307, 0.1326, 0.00315 para el núcleo de Almería y de 1.4455, 0.1725 y 0.00388 para el núcleo de Córdoba, demuestran que los animales pertenecientes al núcleo de control de Almería presentan la producción inicial más elevada, si bien son las cabras del núcleo de Córdoba las que mayor tasa de

ascenso lograron hasta alcanzar el pico de lactación, pero también las de mayor tasa de descenso de producción una vez alcanzada la producción máxima. Esta situación se traduce en que las cabras del núcleo de Córdoba alcanzan un mayor pico de producción apoyado en su superior tasa de incremento de producción. Por su parte en el núcleo de Almería, y en base a la mayor producción inicial y la menor tasa de descenso de la producción se alcanzaron antes los picos productivos. Los picos de producción se alcanzaron dentro del rango de 28 a 56 días, reseñado por Fernández y cols. (2002) como genérico para el caprino lechero.

Los parámetros de las curvas obtenidos en este análisis, contrastan con los encontrados en la bibliografía tanto para otras razas nacionales como extranjeras. Así Giaccone y cols. (1995), ofrece unos valores de los parámetros **a**, **b** y **c** de 1.388, 0.1632 y -0.005, respectivamente, para la raza Derivata di Siria. Ruvuna y cols. (1995) en la raza East African y Galla encontraron valores de 0.345, 0.149 y -0.082. Por su parte Montaldo y cols. (1997), en cruces de las razas Alpina, Saanen y Toggenburg con razas locales de México, hallaron valores más elevados en los parámetros **a** y **b**, situados en 3.756 y 0.6407; en tanto que el valor de **c** fue de -0.0109.

Se encontraron también referencias sobre la raza Murciano Granadina para los valores de los parámetros de la curva de lactación. Así Fernández y cols. (2002) referenciaron valores de los tres parámetros de la curva **a**, **b** y **c**, de 2.287, 0.1295 y -0.029, respectivamente. En la raza Verata, Rota y cols. (1993), obtuvieron unos valores de 1.29, 0.2073 y -0.0052, para estos tres parámetros.

En lo que respecta a los parámetros de las curvas de lactación obtenidos en función de la época de parto, se encontró que las producciones iniciales más elevadas halladas en la época de primavera junto a las tasas más bajas de descenso de la producción después del pico, permitieron que en esta época se alcanzaran antes los picos de la lactación. En verano por su parte se alcanzaron los picos productivos más elevados, hecho motivado por su buena tasa de incremento productivo antes del pico. En invierno pese a que se detectaron los picos de producción más bajos y más tardíamente, en cambio si se consiguieron las mayores tasas de persistencia de la lactación.

En Inglaterra, Gipson y Grossman (1990), referenciaron que los partos acontecidos entre febrero y mayo alcanzaron los picos de producción entre las 9 y 12 semanas de lactación, en tanto que los partos de junio a enero obtuvieron el pico

productivo de forma más temprana (entre las 5 y 8 semanas). Además establecen estos autores que los partos de febrero a mayo tuvieron una mayor tasa de producción inicial y mayor persistencia que los partos de junio a enero. En Noruega, Ronningen (1967) encontró que los partos acontecidos entre diciembre y febrero tuvieron mayores persistencias de la lactación y un pico productivo más temprano que los partos de marzo y abril. En México, Montaldo y *col/s.* (1997), hallaron picos productivos de 2.16 kg. para el período comprendido entre los meses de noviembre y febrero, y de 2.34 kg. en el tramo de marzo a octubre.

Cuando se analizan pormenorizadamente los resultados de los parámetros obtenidos en función del tipo de parto, puede denotarse un incremento paulatino de la producción inicial antes del pico entre las lactaciones derivadas de partos simples y las lactaciones de parto triple, para experimentar un descenso en los partos cuádruples. En el caso de los partos triples las elevadas producciones iniciales unidas a las notables tasas de incremento productivo antes del pico, permitieron alcanzar los mayores picos productivos (2.69 kg.). Los partos cuádruples demostraron las mayores persistencias de la lactación. Herrera y *col/s.*, (1984), en cabra Malagueña encontraron picos productivos de 1.98, 2.15 y 2.24 kg., para cabras de parto simple, doble y triple, respectivamente.

En este sentido se encontró que a excepción de los partos cuádruples y superiores fue apreciada una diferencia de magnitud en los parámetros de las curvas, pero se halló un completo paralelismo entre las funciones. Dado que los partos cuádruples y superiores fueron muy escasos, esta excepcionalidad puede deberse a un efecto de muestreo.

El efecto del número de lactación sobre los parámetros de la curva de lactación, puso de manifiesto que la producción inicial y el pico productivo se incrementó de forma progresiva entre cabras de primera y cuarta lactación. Así mismo el tiempo al pico de producción fue más tardío en cabras primera lactación que las de segunda y sucesivas, hecho ya referenciado por muchos otros autores (Watkin y Knowles, 1946; Sauvart y Fehr, 1975; Gipson y Grossman, 1987; Gipson y *col/s.*, 1987). Sin embargo, los animales de primera lactación tuvieron una tasa de descenso después del pico menos acusada que las de segunda o superior lactación, hecho que se ha visto reflejado en las mayores persistencias de la lactación obtenidos para cabras de primer y segundo parto. Este comportamiento está en concordancia con el descrito por

Gipson y Grossman (1990). Estos autores encontraron que el número de parto ejerce un notable efecto sobre la escala y la forma de la curva de lactación de tal forma que la producción inicial y el pico de producción se incrementó con el aumento del número de parto hasta el cuarto o quinto parto. Similares resultados fueron los descritos por Akpa y cols. (2001) y Giaccone y cols. (1995), con incrementos obtenidos de la producción inicial entre el primer y tercer parto de 0.388 a 0.877, y de 0.116 a 0.129, en ambos estudios respectivamente. Así mismo, Giaccone y cols. (1995), hallaron incrementos significativos de la tasa de descenso productivo después del pico que pasó de 0.0029 a 0.0045.

En este sentido Macciotta y cols. (2005b), encontraron valores de pico productivo de 1.35, 1.57 y 1.53 kg., en cabras Sarda de primera, segunda y tercera lactación. Mucho más elevados son los niveles aportados por Groeneveld y Viljoen, (2003) que obtuvo valores de pico de producción de 3.22, 4.21 y 4.53 kg. para cabras Saanen en primera, segunda y tercera lactación respectivamente. En ambos estudios fue utilizada la función de Wood. Muchos más elevados son los picos ofrecidos por Laranjo y cols. (2006), y que fueron de 4.23, 6.14 y 7.92 kg., para cabras de primera, segunda y tercera lactación, en datos referentes a un rebaño de cabras Saanen en Brasil.

## 5.6.- CONCLUSIONES

- La función gamma incompleta de Wood es la que presentó una mejor bondad de ajuste para la cabra Murciano-Granadina, tanto de forma general como bajo distintas fuentes de variación. Hecho que pone de manifiesto que se trata de una raza especializada de gran potencial selectivo.
- Se apreciaron diferencias de magnitud pero no de comportamiento entre las curvas de Wood entre los tres núcleos de control lechero de la cabra Murciano-Granadina.
- Las diferencias entre estaciones en cuanto al comportamiento de las lactaciones fue muy perceptible, hecho debido a las grandes oscilaciones de los microefectos que influyen sobre la curva de lactación a lo largo del año (composición de la dieta, horas luz, temperatura, etc.).
- El tipo de parto mostró un efecto claro sobre la magnitud de los parámetros de la curva, pero no sobre su comportamiento. Únicamente los partos cuádruples y superiores, probablemente por un efecto de muestreo se mostraron diferentes.
- El número de parto afectó sobre todo a la persistencia de la curva, la cual se acertó en mayor medida cuando el pico productivo fue más elevado y se alcanzó más tempranamente.

## 5.7.- REFERENCIAS

- Akpa, G.N., Asiribo, O., Oni, O.O., Alawa, J.P.** 2001. *The influence of non-genetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto Goats.* Anim. Sci., 72: 233-239.
- Blatchford, D.R.; Peaker, M.** 1982. *Effects of frequent milking on milk secretion during lactation in the goat: relation to factors which limit the rate of secretion.* Quarterly J. of Txp. Physiol., 67: 303-310.
- Bonnekamp, H.,** 1939. Citado por Gall, C., 1981. *En: Milk production. Goat Production.* Academic Press. (New York), 617 pp.
- Cappio-Borlino, A., Pulina, G., Rossi, G.** 1995. *A non-linear modification of Wood's equation fitted to lactation curves of Sardinian dairy ewes.* Small Rumin. Res., 18: 75-79.
- Cobby, J.M., Le Du, Y.L.P.** 1978. *On fitting curves to lactation data.* Animal Production, 26 (2): 127-133.
- Cobuci, J.A., Euclides, R.F., Verneque, R.S., Teodoro, R.L., Lopez, P.S., Silva, M.A.** 2000. *Curva de lactação na raça Guzerá.* Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.5, p.1332-1339.
- Dave, B.K.** 1971. *First lactation curve of Indian water buffalo.* Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya Research Journal, 5: 93.
- Devendra, C.; Burns, M.** 1983. *Goat production in the tropic.* Commonwealth Agricultural Bureau, 184 pp.
- Dhanoa, M.S.** 1981. *A note on an alternative form of the lactation model of Wood.* Anim. Prod., 32: 349.
- Draper, N.R. y Smith, H.** 1981. *Applied Regresion Analysis.* Jonh Wiley and Sons, Inc. 2ª. Edición, N.Y., USA.
- Fernández, C., A. Sánchez, C. Garcés.** 2002. *Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats.* Small. Rumin. Res., 46: 29-41.
- Fresno, M.** 1993. *Estudio de la Producción Láctea en la Agrupación Caprina Canaria (A.C.C.).* Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, 169 pp.
- Fresno, M., Delgado, J.V. y Rodero, J.M.** 1992. *Modelo de curva de primera lactación en cabras Canarias.* Arch. Zootec. 41: 81-84.
- Gall, C.** 1981. Milk production. In: Goat production. New York: Academic Press. p. 309-344.
- Garcés, R., Julio Boza, Paulo Acevedo, Ernst Brandl, Rupert M. Bruckmaier y Juan Luis López.** 2004. *Índice de persistencia y descripción de los primeros*

- 100 días de la curva de lactancia de cabras Saanen primíparas y multíparas mantenidas en confinamiento. *Agricultura Técnica*. Vol. 64, nº. 3: 319-326.
- Giaccone, P., Portolano, B., Bonanno, A., Alicata, M.L., Todaro, M.** 1995. *Aspetti quanti qualitativi della produzione lattea nella popolazione caprina derivata di Siria*. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 21: 94-107.
- Gipson, T.A., Grossman, M.** 1989. *Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats*. *J. Dairy Sci.*, 72: 1035-1044.
- Gipson, T.A., Grossman, M.** 1990. *Lactation curves in dairy goats: a review*. *Small Rumin. Res.*, 3: 383-396.
- Gipson, T.A., Grossman, M. and Wiggans, G.R.** 1987. *Lactation curves for dairy goats by yield level*. *J. Dairy Sci.*, 70 (suppl.1): 153.
- Gonçalves, T.M., Martinez, M.L., Milagres, J.C.** 1997. *Curva de lactação na raça Gir. 2. Influência dos fatores de meio ambiente, estimativa de repetibilidade e herdabilidade para parâmetros da curva de lactação quadrática logarítmica*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, p.88-97.
- Graminha, C.V., Resende, K.T., Ribeiro, S.D.A.** 1996. *Estudo comparativo entre as curvas de produção real e a curva de produção teórica em cabras leiteiras*. In: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 33. Fortaleza. p.552-553.
- Groeneveld, P.C.N., Viljoen, C.S.** 2003. *A Bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats*. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 8: 75-83.
- Herrera, M., Peña, F., Aparicio, J.B., Subires, J.** 1984. *Curva de lactación de la raza caprina malagueña*. *Actas de las IX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, 59-66.
- Herrera, M.; Subires, J.** 1988. *La Raza Caprina Malagueña*. Diputación Provincial de Málaga, 127pp.
- ICAR. International Committee for Animal Recording.** 1990. *International regulations for milk recording in goats*. Roma, Italia. 15 pp.
- Kala, S.N., Prakash, B.** 1990. *Genetic and phenotypic parameters of milk yield and milk composition in two Indian goat breeds*. *Small Rumin. Res.*, 3: 475-484.
- Laranjo, J.S., T. M. Gonçalves, F. F. Silva, A. L. L. Costa, M. A. P. Rodriguez and G. F. Rebouças.** 2006. *Lactation curve in herd of Saanen goats: Bayesian approach of Wood's function*. 8<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P., August 13-18, Belo Horizonte, MG, Brasil.

- Macciotta, N.P.P., Dimauro, C., Steri, R., Cappio-Borlino, A.** 2005a. *Modellizzazione matematica della curva di lattazione della capra. Capítulo 2 del libro: L'alimentazione della capra da latte.* Ed. Avenue Media. Bologna (Italia).
- Macciotta, N.P.P., Fresi, P., Usai, G., Cappio-Borlino, A.** 2005b. *Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test-day models.* J. Dairy Res., 72: 470-475.
- Marquardt, D.W.** 1963. *An algorithm for least square estimation of non linear parameters.* J. Soc. Ind. Appl. Matem., 11: 97.
- Masselin, S., Sauvant, D., Chapoutot, P., Milan, D.** 1987. *Les modèles d'ajustement des courbes de lactation (adjustment models for lactation curves).* Ann. Zootech. 36, 171–206.
- McManus, C., Guth, T.L.F., Saueressig, M.G.** 1997. *Curvas de lactação em gado holandês em confinamento total no DF.* In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34: 74-76.
- McManus, C., Soares Filho, G., Da Silva Mariante, A., Louvandini, H.** 2003. *Fatores que Influenciam os Parâmetros das Curvas de Lactação em Cabras no Distrito Federal.* R. Bras. Zootec., v.32, n.6: 1614-1623 (Supl. 1).
- Montaldo, H., A. Almanza, A. Juárez.** 1997. *Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats.* Small Rumin. Res. 24:195-202.
- Morand Fehr, P., Le Jaouen, J.C., Chilliard, Y., Sauvant D.** 1981. *Les constituants du lait de chèvre, synthèse et facteurs de variation.* 6 émes. Journées de la Recherche Ovine et Caprine, Toulouse (France): 234-270.
- Morand Fehr, P.; Sauvant, D.** 1980. *Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation.* J. Dairy Sci., 63: 1674-1680.
- Morand-Fehr, P., Sauvant, D.** 1980. *Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation.* J. Dairy Sci., 63: 1671-1680.
- Mourad, M.** 1992. *Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt.* Small Rumin. Res., 8: 41-46.
- Peña, F., J. Vega, M. Sánchez, J. Martos, A. García y V. Doménech.** 1999. *Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida.* Arch. Zootec. 48: 415-424.
- Peralta-Lailson, M., Trejo-González, A.A., Pedraza-Villagómez, P., Berruecos-Villalobos, J.M., Vásquez, C.G.** 2005. *Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico.* Small Rumin. Res., 58:265-273.

- Peris, S.** 1994. Características de la curva de lactación y aptitud al ordeño mecánico de la cabra de raza Murciano-Granadina. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, 149 pp.
- Pollot, G.E.** 2000. *A biological approach to lactation curve analysis for milk yield.* J. Dairy Sci., 83: 2448-2458.
- Portolano, B., F. Pilla, P. Giaccone y M. Todaro.** 1997. *La produzione massima al controllo per la stima della capacita` productiva degli ovini da latte* (The use of the peak yield to estimate productiveability of dairy sheep). Pages 111–112 in Proc. 12<sup>th</sup> Meet. Ital. Sci. Soc. Anim. Prod., Pisa, Italy.
- Rako, A.** 1950. Citado por Gall, C., 1981. *En: Milk production. Goat Production.* Academic Press (New York), 617 pp.
- Romero, T.F.** 1989. *Selección de un modelo de regresión no lineal para describir el crecimiento en ovinos.* Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. Y Zootecnia. U.N.A.M. México.
- Rota, A.M., Gonzalo, C., Rodriguez, P.L., Rojas A.I., Martin, L. and Tovar, J.J.** 1993. *Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves.* Small Rumin. Res., 12: 211-219.
- Ruíz, R., Oregui, L.M., Herrero, M.** 2000. *Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield.* J. Dairy Sci. 83, 2709–2719.
- Ruvuna, F., Kogi, J.K., Taylor, J.F.** 1995. *Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo Nubian goats.* Small Rumin. Res., 16: 1-6.
- SAS.** 2001. SAS<sup>®</sup> 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sauvant, D. y Fehr, P.** 1975. *Classification des types de courbes de lactation et d'evolution de la composition du lait de la chèvre* (Classification of types of lactation curves and variation in milk composition throughout lactations in the goat). Journ. Rech. Ovine et Caprine, 2-4 Dec., Paris: 90-107.
- Sauvant, D.; Morand Fehr, P.** 1975. *Classification of types of lactation curves and variation in milk composition throughout lactations in the goat.* J. Rech. Ovine et Caprine, Paris (France): 90-107.
- Serchand, L., McNew, R.W., Kellogg, D.W., Johnson, Z.B.** 1995. *Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows.* J. Dairy Sci., 78: 2507–2513.

- Togashi, K., Lin, C.Y.** 2003. *Modifying the lactation curve to improve lactation milk and persistency*. J. Dairy Sci., 86: 1487-1493.
- Vargas, B., Koops, W.J., Herrero, M., Van Arendonk, J.A.M.** 2000. *Modeling extended lactations of dairy cows*. J. Dairy Sci., 83: 1371–1380.
- Wahome, R.G., Carles, A.B., Schwartz, H.J.** 1994. *An analysis of the variation of the lactation curve of small east African goats*. Small Rumin. Res., 15: 1-7.
- Watkin, J.E. y Knowles, F.** 1946. *The influence of age and of factors causing variation during lactation on the milk yield of the goat*. Br. Goat Soc., Yrbk.: 4-12.
- Wilmink, J.B.M.** 1987. *Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation*. Livestock Prod. Sci., 16: 335–348.
- Wood, P.D.P.** 1967. *Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production with estimates of seasonal variation*. Anim. Prod., 22:35.
- Wood, P.D.P.** 1980. *Breed variation in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency*. Anim. Prod., 34: 133-141.
- Yadav, M.C., Katpatal, B.G. and Kaushik, S.N.** 1977. *Study of lactation curve in Haryana and its Friesian crosses*. Ind. J. Anim. Sci., 47: 607-609.

## **Capítulo VI:**

EVALUACIÓN GENÉTICA PARA CARACTERES  
PRODUCTIVOS Y DE COMPOSICIÓN DE LA  
LECHE

## 6.1.- RESUMEN

En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos en el análisis genético de los principales criterios de selección de la raza Murciano-Granadina: producción de leche, grasa y proteína. Se han calculado las heredabilidades, repetibilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas, así como las tendencias genéticas y fenotípicas de la población, encontrándose todos nuestros resultados dentro del rango de la especie. Del mismo modo se han estimado los valores de cría de los animales integrados en la matriz de parentesco a través de dos modelos de análisis genético, el primero un Modelo Animal con Observaciones Repetidas, donde las declaraciones de maternidad y paternidad no estaban certificadas con chequeos de ADN en su totalidad; y el segundo basado en un Modelo Macho, más sencillo pero con genealogías contrastadas. Todo ello con la finalidad de comparar los ranking de sementales obtenidos a través de estos dos modelos, y de esta forma determinar la influencia de los errores de control genealógico, sobre los valores de cría obtenidos para los caracteres de producción de leche, grasa y proteína.

Para el desarrollo de la evaluación genética a través del Modelo Animal con Observaciones Repetidas se empleó como base de información la constituida por 38184 lactaciones estandarizadas a 210 días de duración en 96 ganaderías pertenecientes al núcleo de control de Granada registradas entre los años 1992 y 2006 y fueron evaluados 18807 animales presentes en el pedigrí. En la evaluación genética desarrollada a través del Modelo Macho se utilizó un archivo productivo constituido por 229 lactaciones finalizadas y estandarizadas a 210 días controladas entre los años 2005 y 2007 en 15 ganaderías pertenecientes al núcleo de control de Granada que se encontraban conectadas genéticamente a través de la inseminación artificial. Fueron evaluados un total de 217 animales presentes en la matriz de parentescos. Como conclusiones de este trabajo pueden establecerse que la estimación de los parámetros genéticos no se vio afectada en gran medida ante la falta de precisión en los controles genealógicos, al menos de forma aparente. Sin embargo se detectó que los valores de cría obtenidos a través del modelo Animal con Observaciones Repetidas mantenían un sesgo importante con respecto al ranking de sementales obtenido con el Modelo Macho y, a pesar, de estar apoyados en una aparente buena fiabilidad. Esto es indicativo de que el control genealógico es imprescindible para la consecución de una buena respuesta genética.

**Palabras clave:** Heredabilidad, valor genético, Modelo Macho.

## ABSTRACT

In the present work are described the results obtained in the genetic analysis of the main selection criteria of the Murciano Granadina breed: milk, fat and protein yield. The heritability has been calculated, repeatability, genetic and phenotypic correlations and genetic and phenotypic trends of the population, being all our results inside the range of the species. Also has be calculated the breeding values of the animals included on the relationships matrix through two models of genetic analysis, the first based on an Animal Model with Repeated Measures, where the declarations of maternity and paternity were not certified with checkups of DNA; and the second based on a Sire Model, simpler model but with contrasted paternities. Everything it with the purpose of comparing the ranking of sires obtained through these two models, and this way to determine the influence of the errors of genealogical control, about the breeding values obtained for the characters of milk, fat and protein yield.

For the development of the genetic evaluation through the Animal Model with Repeated Measures was used like base of information the one constituted by 38184 lactations standardized to 210 days in 96 herds recorded to the nucleus of control of Granada registered among the years 1992 and 2006 and 18807 present animals were evaluated in the pedigree. In the genetic evaluation developed through the Sire Model the productive file it was used constituted by 229 concluded lactations and standardized to 210 days controlled among the years 2005 and 2007 in 15 herds belonging to the nucleus of control of Granada that were connected genetically through the artificial insemination. They were evaluated a total of 217 animals included on the pedigree.

As conclusions of this work they can settle down that the estimate of the genetic parameters was not affected in great measure before the lack of precision in the genealogical controls, at least in an apparent way. However it was detected that the breeding values obtained through the Animal pattern with Repeated Measures maintained an important bias in spite of being supported in an apparent good reliability.

**Key words:** Heritability, breeding value, Sire Model.

## 6.2.- INTRODUCCIÓN

Los modelos de efectos mixtos fueron ampliamente estudiados por Fisher hacia 1918, quien los denominó modelos de componentes de varianza. Estos modelos fueron de gran utilidad en los estudios de genética cuantitativa y mejoramiento animal; sin embargo, su aplicación en diferentes campos de la investigación científica se ha venido generalizando en las últimas décadas, en las cuales se han implementado nuevos desarrollos metodológicos que han contribuido a su estudio y aplicación (López y cols., 2007).

Para la implementación eficaz de este tipo de modelos se precisa disponer de tres fuentes de información indispensables como son los datos fenotípicos de producción, las circunstancias en las que se han generado esos datos y, finalmente, deben conocerse las relaciones genealógicas entre los individuos que forman la población dada la negativa repercusión que tienen tanto los errores de asignación de paternidades como la falta de registros genealógicos sobre la heredabilidad de los caracteres objeto de selección y, por tanto, sobre el progreso genético en la población (Sanders y cols., 2006).

Además se hace imprescindible disponer de una adecuada estructura de los datos, con una conexión genética de los rebaños y una adecuada distribución de los mismos, entre los niveles de los distintos efectos fijos, para evitar en lo posible la presencia de celdas vacías o un excesivo desequilibrio (Camacho, 2002).

En el presente capítulo se llevó a cabo una evaluación genética de los individuos incluidos en el núcleo de control lechero de Granada para los caracteres de producción de leche, grasa y proteína, expresados en kilogramos por lactación; lactaciones que estaban estandarizadas a 210 días. Teniéndose en cuenta los errores de asignación genealógica, puestos ya de manifiesto en el capítulo IV de esta tesis, se trató de llevar a cabo una comparación de los resultados de evaluación genética para los tres caracteres analizados a través de dos modelos de evaluación genética. Para ello se compararon los rankings obtenidos por valor genético para los caracteres de producción de leche, grasa y proteína de los machos que actualmente forman parte del plantel de sementales de inseminación artificial en Centro de Sementales que

dispone la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina en la Granja Experimental de la Diputación de Granada.

Los modelos de evaluación genética utilizados fueron, en primer lugar un Modelo Animal con Observaciones Repetidas, y por otro lado un Modelo Macho (*Sire Model*), más sencillo y teniendo en cuenta únicamente las conexiones genealógicas vía paterna, pero todas ellas confirmadas a través de controles genealógicos con microsatélites de ADN.

A través de este estudio se trató de comparar la repercusión de los errores en el control genealógico, sobre los resultados de las evaluaciones genética de reproductores en el esquema de selección de la raza caprina Murciano Granadina. Los resultados obtenidos, en lo que a valores de cría, parámetros genéticos y tendencias genéticas y fenotípicas se refiere, lejos de adquirir un carácter definitivo, podrían ser utilizados en el futuro como punto de apoyo en la toma de decisiones sobre los criterios de selección dentro del esquema de selección de la raza (Delgado y cols., 2003).

### **6.3.- MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **6.3.1.- Modelo Animal con Observaciones Repetidas.**

##### *6.3.1.1.- Caracteres analizados.*

A partir de los datos productivos recogidos mediante control lechero oficial y con la información genealógica disponible en el programa de gestión de la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano Granadina, fueron analizados los caracteres de producción de leche, grasa y proteína expresados en kilogramos durante lactaciones estandarizadas a 210 días de duración.

##### *6.3.1.2.- Datos utilizados.*

Para el desarrollo de la evaluación genética se empleó como base de información la constituida por 38184 lactaciones estandarizadas a 210 días de duración registradas en 15942 hembras (2.39 lactaciones controladas por hembra de media) de 96 ganaderías pertenecientes al núcleo de control de Granada, dado que

fue este núcleo el que presentó una mayor conectividad genética de sus ganaderías, entre los años 1992 y 2006. Se evaluaron 18807 animales presentes en el pedigree, de los cuales 8504 no tenían genealogía conocida, 8318 individuos disponían de información de padre y madre, 1791 animales únicamente disponían información de madre y 194 tenían solamente padre conocido. De los animales evaluados genéticamente, un total de 686 eran sementales.

*6.3.1.3.- Estimación de parámetros genéticos, efectos fijos y predicción de valores genéticos.*

Para el cálculo de los valores cría de cría de los animales y sus precisiones, se aplicó un Modelo Animal con Observaciones Repetidas Univariado (Bishop y Sullivan, 1994, Schaeffer y Sullivan, 1994; Bishop y cols., 1995, Sánchez Palma y cols., 2005), utilizándose un criterio de convergencia de  $\text{Var} [-2\log(L)] < 1 \times 10^{-9}$  (donde L representa la función de verosimilitud). En el cálculo de los componentes de varianza y las correlaciones genéticas entre los caracteres, se aplicaron los siguientes modelos bivariados: leche-grasa, leche-proteína y grasa-proteína.

Los efectos incluidos en el modelo de análisis para la obtención de los valores genéticos fueron:

- *Efectos fijos:*
  - Rebaño (95 niveles),
  - Año (15 niveles),
  - Época (4 niveles)
  - Tipo de parto (6 niveles)
  
- *Covariable lineal y cuadrática:* Edad de la cabra al parto.
  
- *Efectos aleatorios:*
  - Valor genético aditivo del animal.
  - Efecto ambiental permanente (15923 niveles).

Así mismo fueron estimados los componentes de varianza usando el paquete MTDFREML (Boldman y cols., 1995), basado en el algoritmo libre de derivadas REML (Analla y cols., 1996).

En notación matricial el modelo univariado utilizado fue el siguiente (Gama y cols., 2004):

$$y = Xb + Z_a a + Z_p p + e$$

Donde:

**y**, es el vector de observaciones, ya sea producción de leche, grasa o proteína por lactación estandarizada a 210 días de duración.

**b**, **a** y **p**, son los vectores (desconocidos) de efectos fijos, valores genéticos y efecto ambiental permanente, respectivamente.

**e**, es el vector de efectos residuales.

**X** y **Z<sub>a</sub>**, **Z<sub>p</sub>**, son las matrices de incidencia (conocidas) de efectos fijos (**X**) y efectos aleatorios (**Z<sub>a</sub>** y **Z<sub>p</sub>**), respectivamente.

Las matrices de varianzas y covarianzas de efectos aleatorios, consideradas en el análisis univariado del modelo con observaciones repetidas, pueden ser representadas de este modo (Carolino, 2006):

$$\text{Var} \begin{pmatrix} a \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

Donde:

**A**, es la matriz de parentesco.

**I**, corresponde a la matriz identidad de orden igual al número de animales con registros.

$\sigma_a^2$ ,  $\sigma_{pe}^2$  y  $\sigma_e^2$  son, por este orden, la varianza de efectos genéticos, varianza de efectos ambientales permanentes y varianza residual.

Los parámetros de heredabilidad ( $h^2$ ) y repetibilidad ( $r_e$ ) fueron obtenidas a partir de las siguientes expresiones:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \quad r_e = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

Los respectivos errores estándar (ES) fueron estimados a través del procedimiento de Doderhoff y cols. (1998), basado en el algoritmo de información media de Johnson y Thompson (1995), que se encuentra actualmente incluido en el programa MTDFREML.

Los cálculos de los parámetros genéticos y las soluciones para los efectos fijos, valores genéticos y efectos ambientales permanentes, en el modelo con observaciones repetidas aplicado, fueron obtenidos a partir de las ecuaciones del Modelo Lineal Mixto, de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1}\alpha & Z_a'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'X_a & Z_p'Z_p + I\gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b \\ a \\ p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_p'y \end{pmatrix}$$

Donde:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad \text{y} \quad \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2}$$

La estimación de los coeficientes de correlación genética y fenotípica entre los caracteres de producción y composición de leche, a través de los análisis bivariados entre cada par de caracteres (leche-grasa, leche-proteína, grasa-proteína), para los cuales fue definido para cada par de caracteres un modelo lineal con observaciones repetidas. El modelo utilizado en los análisis bivariados, presentó la siguiente forma en notación matricial:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & Z_{pe2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \end{pmatrix}$$

Donde:

Los índices **1** y **2** representan cada uno de los caracteres considerados en los análisis bivariados.

- $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$  Es el vector de observaciones para cada uno de los caracteres.
- $\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$  Es el vector de efectos fijos para cada uno de los caracteres.
- $\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$  Es el vector de efectos genéticos aditivos directos para cada uno de los caracteres.
- $\begin{pmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{pmatrix}$  Es el vector de efectos ambientales permanentes para cada uno de los caracteres.
- $\begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \end{pmatrix}$  Es el vector de efectos residuales para cada uno de los caracteres.
- $\begin{pmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{pmatrix}$   $\begin{pmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{pmatrix}$  y  $\begin{pmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & Z_{pe2} \end{pmatrix}$  Son las matrices de incidencia conocidas que relacionan los efectos fijos y aleatorios con el vector de observaciones.

En este tipo de modelo animal, la matriz de varianzas y covarianzas de los efectos aleatorios directos, ambientales permanentes y residuales puede ser representada del siguiente modo:

$$\text{Var} \begin{pmatrix} a \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_{a1}^2 & A\sigma_{a1 a2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a1 a2} & A^2_{a2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe1}^2 & I\sigma_{pe1 pe2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe1 pe2} & I\sigma_{pe2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e1}^2 & I\sigma_{e1e2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e1e2} & I\sigma_{e2}^2 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} G_0 \otimes A & 0 & 0 \\ 0 & PE_0 \otimes I & 0 \\ 0 & 0 & R_0 \otimes I \end{pmatrix}$$

El símbolo  $\otimes$  representa el producto de Kronecker y:

$$G_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{a1}^2 & \sigma_{a1a2} \\ \sigma_{a1a2} & \sigma_{a2}^2 \end{pmatrix} \quad R_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e1e2} \\ \sigma_{e1e2} & \sigma_{e2}^2 \end{pmatrix} \quad PE_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{pe1}^2 & \sigma_{pe1pe2} \\ \sigma_{pe1pe2} & \sigma_{pe2}^2 \end{pmatrix}$$

Donde:

$\sigma_{a1 a2}$ , es la covarianza genética entre los dos caracteres.

$\sigma_{pe1pe2}$ , es la covarianza entre los efectos ambientales permanentes de los dos caracteres.

$\sigma_{e1e2}$ , es la covarianza residual entre los dos caracteres.

Los coeficientes de correlación genética entre cada par de caracteres, así como los coeficientes de correlación ambiental permanente fueron obtenidos directamente a partir del paquete MTDFREML por máxima verosimilitud restringida, en tanto que las correlaciones fenotípicas ( $r_p$ ) fueron calculadas a través de las estimativas de las (co)varianzas respectivas, de la siguiente forma:

$$r_p = \frac{\sigma_{p1p2}}{\sigma_{p1} \sigma_{p2}}$$

Donde:

$\sigma_p$ , es la desviación estándar fenotípica, siendo  $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2$

$\sigma_{p1p2}$ , es la covarianza fenotípica, de tal forma que:

$$\sigma_{p1p2} = \sigma_{a1a2} + \sigma_{pe1pe2} + \sigma_{e1e2}$$

*6.3.1.4.- Tendencias genéticas y fenotípicas.*

A partir de las predicciones de los valores genéticos para los tres caracteres analizados (producción de leche, grasa y proteína) de los animales nacidos entre 1985 y 2006, fueron estimados los coeficientes de regresión lineal de los valores de cría con respecto al año de nacimiento. Se trató así de verificar si se han venido experimentando alguna tendencia genética a lo largo de este período (Johnson y Garrick, 1990, Silva y cols., 1998, Valencia y cols., 2005).

De igual forma fue determinada la tendencia fenotípica para los mismos caracteres y para aquellos animales con información productiva conocida y que nacieron entre 1986 y 2006.

En el cálculo de las ecuaciones de tendencias tanto genéticas como fenotípicas fue utilizado el procedimiento PROC. REG del paquete estadístico SAS en su versión 8.2. (SAS, 2001).

**6.3.2.- Modelo Macho o Sire Model.**

*6.3.2.1.- Caracteres analizados.*

Al igual que en el caso del Modelo Animal con Observaciones Repetidas fueron sometidos a análisis los caracteres de producción de leche, grasa y proteína expresados en kilogramos durante lactaciones estandarizadas a 210 días.

*6.3.2.2.- Datos utilizados.*

En la evaluación genética desarrollada vía Modelo Macho se utilizó un archivo productivo constituido por 229 lactaciones finalizadas y estandarizadas a 210 días de duración registradas sobre 208 cabras entre los años 2005 y 2007, hijas de 10 sementales pertenecientes al Centro de Sementales que la Asociación de Criadores dispone en la Diputación de Granada. Se incluyeron en el análisis 15 ganaderías pertenecientes al núcleo de control de Granada que se encontraban conectadas genéticamente a través de la inseminación artificial. Fueron evaluados un total de 217 animales.

6.3.2.3.- Predicción de valores genéticos.

Se aplicó en este caso para la estimación de los valores genéticos de los sementales un Modelo Macho, utilizándose igualmente un criterio de convergencia de  $\text{Var} [-2\log(L)] < 1 \times 10^{-9}$  (donde L representa la función de verosimilitud).

Los efectos incluidos en este modelo de análisis fueron:

- *Efectos fijos:*
  - Rebaño (15 niveles),
  - Año (3 niveles),
  - Época (4 niveles)
- *Covariable lineal y cuadrática:* Edad de la cabra al parto.
- *Efectos aleatorios:*
  - Valor genético aditivo del semental.

En notación matricial el Macho Macho Univariado utilizado fue el siguiente (Mrode, 2005):

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

Donde:

**y**, es el vector de observaciones, ya sea producción de leche, grasa o proteína por lactación estandarizada a 210 días de duración en cada uno de los descendientes del semental.

**b** y **s**, son los vectores (desconocidos) de efectos fijos y efectos aleatorios debidos a los sementales.

**e**, es el vector de efectos residuales.

**X** y **Z**, son las matrices de incidencia (conocidas) de efectos fijos (**X**), efectos aleatorios (**Z**), respectivamente.

En este modelo de evaluación genética se admite que:

$$\text{Var} (\mathbf{s}) = \mathbf{A} \sigma_s^2,$$

Siendo:

**A**, la matriz de parentesco entre machos.

$\sigma^2_s$ , es la varianza entre machos.

$$\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{ZAZ}'\sigma^2_s + \mathbf{R}$$

Los cálculos de los valores de cría a través de este modelo de análisis fueron obtenidos a partir de las ecuaciones del Modelo Lineal Mixto, de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\boldsymbol{\alpha} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{b} \\ \mathbf{s} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \end{pmatrix}$$

Donde:

$$\boldsymbol{\alpha} = \frac{\sigma^2_e}{\sigma^2_s} = \frac{4 - h^2}{h^2}$$

## 6.4.- RESULTADOS

### 6.4.1.- Modelo Animal con Observaciones Repetidas.

#### 6.4.1.1.- Parámetros Genéticos.

Se encuentran recogidos en la **Tabla 6.1**, los valores de los componentes de la varianza para la producción total de leche, en lactaciones de 210 días de duración, así como para los niveles de grasa y proteína en kilogramos por lactación. Es destacable a la vista de los resultados la similitud de proporciones encontradas entre la varianza fenotípica y la varianza genética aditiva para los caracteres de producción de grasa y proteína.

**Tabla 6.1.-** Componentes de varianza estimados para los caracteres de producción y composición de leche.

Carácter	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_{pe}$	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_p$
Leche	2048.75	2249.46	10108.21	14406.42
Grasa	8.05	3.62	32.97	44.64
Proteína	3.29	2.35	13.75	19.39

$\sigma^2_a$  = Varianza genética aditiva;  $\sigma^2_{pe}$  = Varianza ambiental permanente;  $\sigma^2_e$  = Varianza residual;  $\sigma^2_p$  = Varianza fenotípica.

En el cálculo de parámetros genéticos se obtuvieron los valores mostrados en la **Tabla 6.2**, mediante el modelo univariado para los criterios de producción de leche, grasa y proteína. La producción de leche si bien alcanzó los niveles más bajos de heredabilidad con 0.14, demostró ser el carácter más repetible; hecho motivado por la mayor representatividad mostrada por la varianza ambiental permanente.

**Tabla 6.2.-** Valores estimados de heredabilidad ( $h^2$ ), repetibilidad ( $r_e$ ) y error estándar (ES) para la producción de leche, grasa y proteína en el modelo univariado.

<b>Carácter</b>	<b><math>h^2</math></b>	<b>ES</b>	<b><math>r_e</math></b>	<b>ES</b>
<b>Leche</b>	0.14	0.011	0.30	0.010
<b>Grasa</b>	0.18	0.010	0.26	0.009
<b>Proteína</b>	0.17	0.011	0.29	0.011

Las correlaciones genéticas y fenotípicas, para los modelos bivariados: leche-grasa, leche-proteína y grasa-proteína (**Tabla 6.3**), oscilaron entre 0.84 y 0.92 para el caso de las correlaciones genéticas y entre 0.78 y 0.84 para las fenotípicas.

**Tabla 6.3.-** Correlaciones genéticas (sobre la diagonal) y correlaciones fenotípicas (bajo la diagonal) para la producción de leche, grasa y proteína estimadas a través de los modelos bivariados.

<b>Carácter</b>	<b>Leche</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>
<b>Leche</b>		0.86 ± 0.006	0.92 ± 0.003
<b>Grasa</b>	0.79***		0.84 ± 0.005
<b>Proteína</b>	0.84***	0.78***	

\*\*\* P<0.001

Los rangos y valores medios hallados para las precisiones de los valores de cría (**Tabla 6.4**), fueron obtenidos como correlación entre el valor genético estimado y el real ( $r_{ap}$ ). Puede observarse como para los tres caracteres evaluados los niveles medios de fiabilidad superaron el 50%.

**Tabla 6.4.-** Rangos de las precisiones de los valores de cría para producción de leche, grasa y proteína.

<b>Carácter</b>	<b>Fiabilidad Media (<math>r_{ap}</math>)</b>	<b>Rango</b>
<b>Leche</b>	0.51	0 – 0.94
<b>Grasa</b>	0.56	0 – 0.95
<b>Proteína</b>	0.54	0 – 0.95

6.4.1.2.- Tendencias genéticas y fenotípicas.

En el cálculo de las tendencias genéticas se obtuvieron unos coeficientes de regresión lineal de los valores genéticos para la producción de leche, grasa y proteína respecto al año de nacimiento de +0.3358 kg./año, +0.02332 kg./año y +0.01108 kg./año, respectivamente (**Figuras 6.1, 6.2 y 6.3**), resultando todas estas tendencias genéticas estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Figura 6.1.- Tendencia genética para la producción de leche.

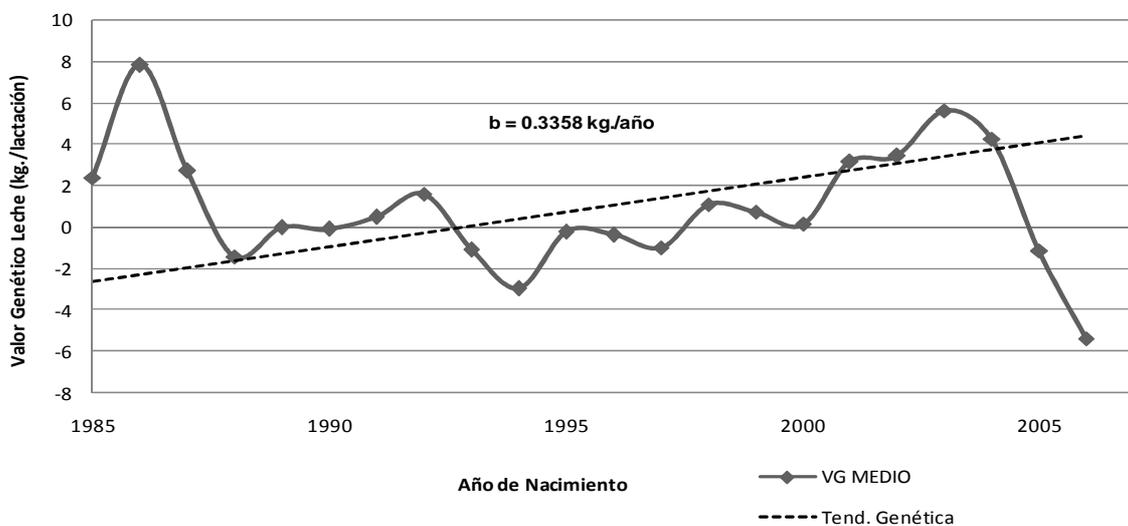


Figura 6.2.- Tendencia genética para la producción de grasa.

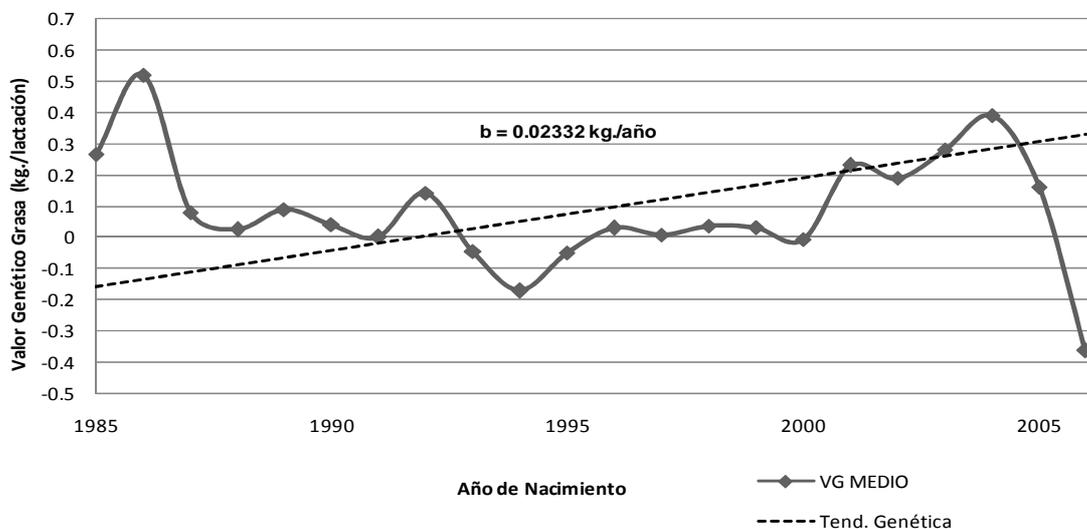
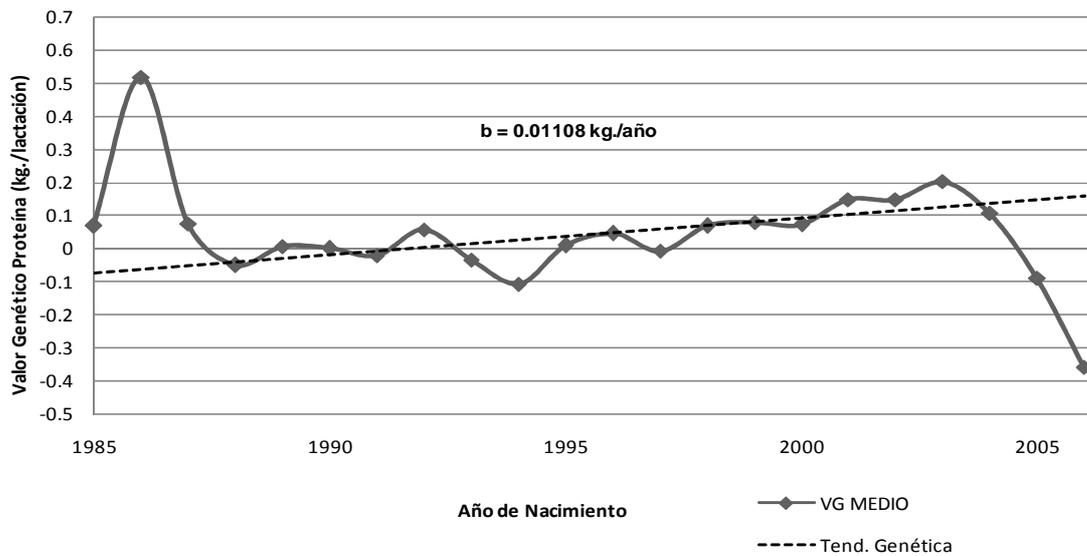


Figura 6.3.- Tendencia genética para la producción de proteína.



En referencia a tendencias fenotípicas, debe indicarse que se obtuvieron unos coeficientes de regresión lineal de +0.92123 kg. de leche/año, +0.09835 kg. de grasa/año y +0.06581 kg. de proteína/año (**Figuras 6.4, 6.5 y 6.6**), resultando igualmente todas las tendencias fenotípicas estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Figura 6.4.- Tendencia fenotípica para la producción de leche.

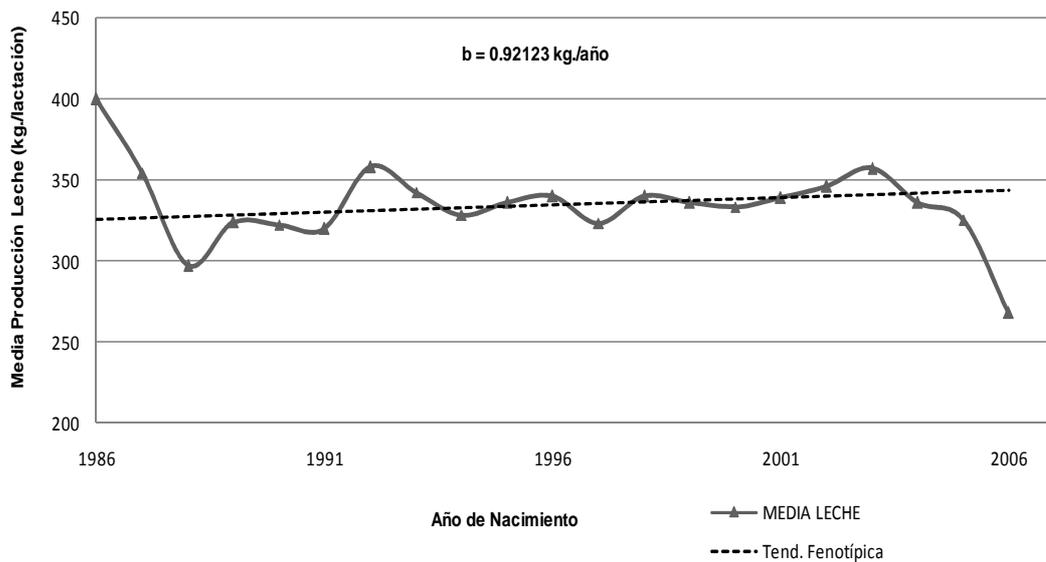


Figura 6.5.- Tendencia fenotípica para la producción de grasa.

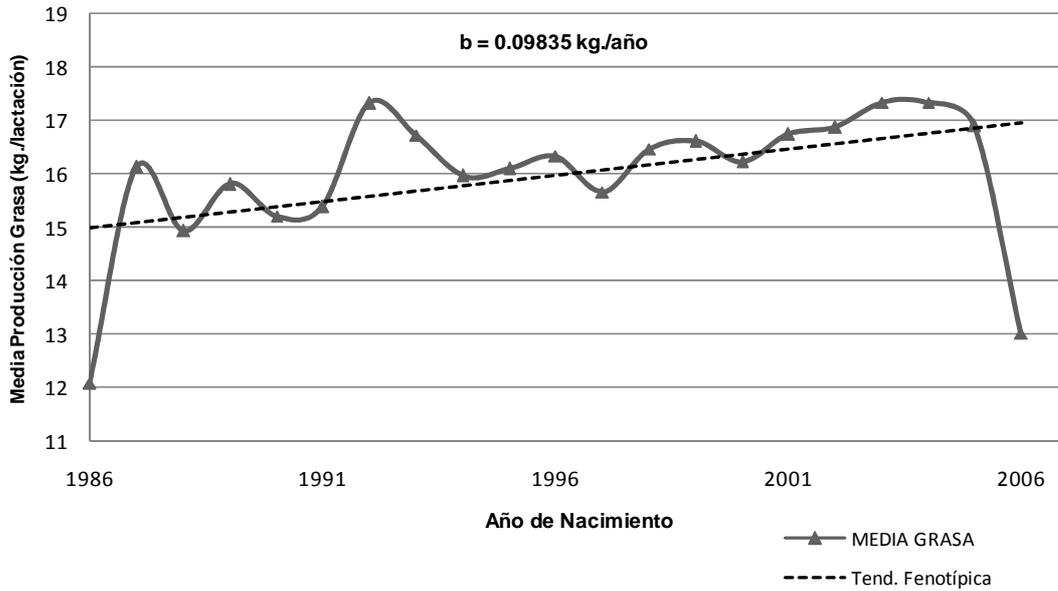
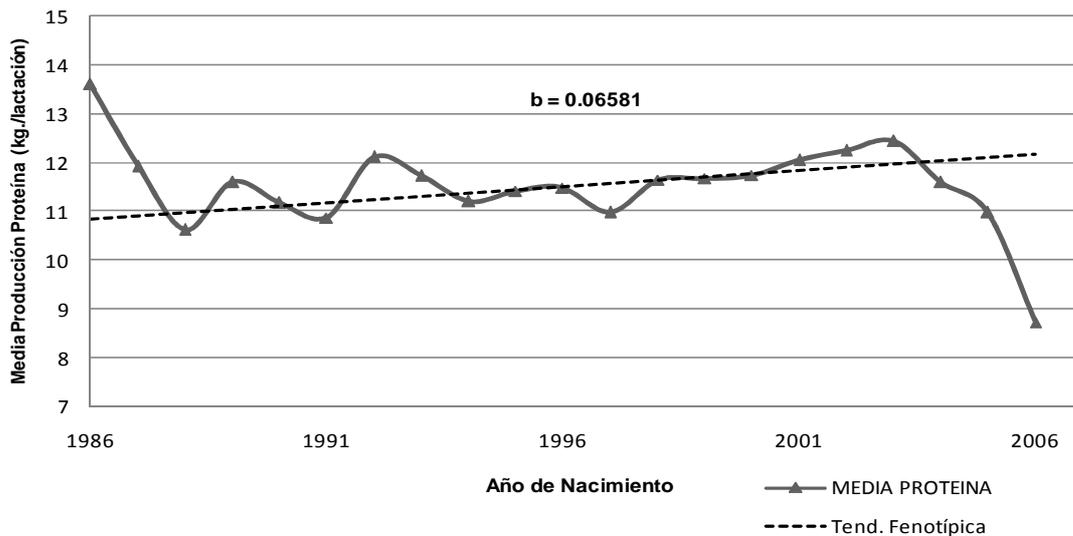


Figura 6.6.- Tendencia fenotípica para la producción de proteína.



6.4.1.3.- Ranking de machos en función de los valores genéticos obtenidos.

Una vez obtenidos los valores genéticos para los caracteres de producción de leche, grasa y proteína, se procedió a ordenar de mayor a menor estos valores genéticos para cada uno de los machos integrantes del plantel de sementales que actualmente se encuentran en inseminación artificial dentro de las ganaderías integradas en el núcleo selectivo del esquema de selección de la raza.

Así en la **Tabla 6.5** puede observarse el ranking de machos establecido en función del valor genético para producción de leche, estimado para seis de los sementales del Centro de Sementales de la Asociación.

**6.5.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de leche obtenido a través del modelo animal con observaciones repetidas.**

<b>Semental</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGLECHE</b>	<b>RAPVGLECHE</b>
<b>DP03571</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	32.365	0.52
<b>DP03465</b>	JH01001	DP00050	05/11/2003	20.052	0.52
<b>ABC03001</b>	IK00022	ABC3000	12/03/2003	8.998	0.75
<b>IK03053</b>	IK01004	IK99021	31/08/2003	5.018	0.48
<b>DP03748</b>	DP20436	DP96252	06/11/2003	-3.69	0.65
<b>DP03570</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	-33.843	0.57

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGLECHE = Valor genético para producción de leche; RAP = Fiabilidad

El ranking elaborado para estos mismos sementales, en función del valor genético para la producción de grasa se encuentra reflejado en la **Tabla 6.6**.

**6.6.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de grasa obtenido a través del modelo animal con observaciones repetidas.**

<b>Semental</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGGRASA</b>	<b>RAPVGGRASA</b>
<b>DP03571</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	2.846	0.57
<b>DP03465</b>	JH01001	DP00050	05/11/2003	2.667	0.57
<b>ABC03001</b>	IK00022	ABC3000	12/03/2003	2.332	0.79
<b>IK03053</b>	IK01004	IK99021	31/08/2003	0.918	0.53
<b>DP03748</b>	DP20436	DP96252	06/11/2003	0.693	0.7
<b>DP03570</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	-1.52	0.62

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGGRASA = Valor genético para producción de grasa; RAP = Fiabilidad

Finalmente, en la **Tabla 6.7** se pone de manifiesto el ranking de sementales establecido en función de los valores de cría estimados para la producción de proteína.

**6.7.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de proteína obtenido a través del modelo animal con observaciones repetidas.**

<b>Semental</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGPROT.</b>	<b>RAPVGPROT.</b>
<b>DP03571</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	1.143	0.55
<b>DP03465</b>	JH01001	DP00050	05/11/2003	0.718	0.55
<b>ABC03001</b>	IK00022	ABC3000	12/03/2003	-0.087	0.78
<b>IK03053</b>	IK01004	IK99021	31/08/2003	-0.299	0.51
<b>DP03748</b>	DP20436	DP96252	06/11/2003	-0.502	0.68
<b>DP03570</b>	DP20214	DP99105	06/11/2003	-1.493	0.6

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGPROT. = Valor genético para producción de proteína; RAP = Fiabilidad

**6.4.2.- Modelo Macho (Sire Model).**

*6.4.2.1.- Ranking de machos en función de los valores genéticos obtenidos.*

Del mismo modo se presentan a continuación los rankings establecidos en función de los valores genéticos estimados para los caracteres de producción de leche (**Tabla 6.8**), grasa (**Tabla 6.9**) y proteína (**Tabla 6.10**) a través del Modelo Macho, para seis de los sementales incluidos en el circuito de inseminación artificial.

*6.8.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de leche obtenido a través del modelo macho.*

<b>Semental</b>	<b>Posición en M.A.</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGLECHE</b>	<b>RAPVGLECHE</b>
<b>DP03465</b>	2º	JH01001	DP00050	05/11/2003	36.136	0.61
<b>DP03570</b>	6º	DP20214	DP99105	06/11/2003	7.096	0.52
<b>IK03053</b>	4º	IK01004	IK99021	31/08/2003	0.174	0.55
<b>ABC03001</b>	3º	IK00022	ABC3000	12/03/2003	-0.062	0.65
<b>DP03571</b>	1º	DP20214	DP99105	06/11/2003	-2.879	0.61
<b>DP03748</b>	5º	DP20436	DP96252	06/11/2003	-15.211	0.58

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGLECHE = Valor genético para producción de leche; RAP = Fiabilidad; M.A. = Modelo Animal con Observaciones Repetidas.

*6.9.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de grasa obtenido a través del modelo macho.*

<b>Semental</b>	<b>Posición en M.A.</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGGRASA</b>	<b>RAPVGGRASA</b>
<b>DP03465</b>	2º	JH01001	DP00050	05/11/2003	2.152	0.65
<b>ABC03001</b>	3º	IK00022	ABC3000	12/03/2003	1.002	0.69
<b>DP03570</b>	6º	DP20214	DP99105	06/11/2003	0.163	0.56
<b>IK03053</b>	4º	IK01004	IK99021	31/08/2003	-0.079	0.59
<b>DP03571</b>	1º	DP20214	DP99105	06/11/2003	-0.617	0.65
<b>DP03748</b>	5º	DP20436	DP96252	06/11/2003	-1.273	0.62

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGGRASA = Valor genético para producción de grasa; RAP = Fiabilidad; M.A. = Modelo Animal con Observaciones Repetidas.

*6.10.- Ranking de machos establecido en función de su valor de cría para el carácter de producción de proteína obtenido a través del modelo macho.*

<b>Semental</b>	<b>Posición en M.A.</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>F. Nac.</b>	<b>VGPROT.</b>	<b>RAPVPROT.</b>
<b>DP03465</b>	2º	JH01001	DP00050	05/11/2003	1.296	0.64
<b>ABC03001</b>	3º	IK00022	ABC3000	12/03/2003	0.423	0.68
<b>DP03570</b>	6º	DP20214	DP99105	06/11/2003	0.254	0.55
<b>IK03053</b>	4º	IK01004	IK99021	31/08/2003	-0.264	0.58
<b>DP03571</b>	1º	DP20214	DP99105	06/11/2003	-0.342	0.64
<b>DP03748</b>	5º	DP20436	DP96252	06/11/2003	-0.377	0.61

F. Nac. = Fecha nacimiento; VGPROT. = Valor genético para producción de proteína; RAP = Fiabilidad; M.A. = Modelo Animal con Observaciones Repetidas.

## 6.5.- DISCUSIÓN

### 6.5.1.- Modelo Animal con Observaciones Repetidas.

#### 6.5.1.1.- Parámetros Genéticos.

De forma genérica puede indicarse que tanto los valores de heredabilidad como los de repetibilidad obtenidos para la producción de leche (0.14 y 0.30), a través de este modelo de análisis, pueden calificarse de aceptables; encontrándose dentro del rango de la especie aunque en el segmento inferior. Esta situación puede tener su explicación en la elevada representatividad que adquieren en la varianza fenotípica tanto la varianza ambiental permanente como la temporal, hecho indicativo de la gran diversidad de comportamientos productivos de la raza y de las fuertes influencias ambientales a los éstos están sometidos. La baja heredabilidad obtenida sorprende ya que se trata de una raza que no ha sido seleccionada intensivamente con métodos avanzados, si bien las tendencias genéticas demuestran que la selección masal que se ha venido aplicando ha tenido efectos significativos.

Así en los estudios tradicionales compendiados por Gall (1981), se ofrecían unos rangos para la heredabilidad de este carácter entre 0.15 y 0.54. Manfredi y *cols.* (2000) apuntan un rango mundial para la heredabilidad, de la producción total de leche, obtenida en distintas longitudes de lactación, entre 0.2 y 0.5. De cualquier forma, en la bibliografía pueden hallarse aportaciones de valores extremadamente bajos como es el caso de los reportados por Ribeiro y *cols.* (2000a) que apuntó un valor de 0.09 para la lactación natural de una población caprina autóctona de Brasil.

Las estimaciones de heredabilidad y repetibilidad tanto para la producción de leche, como para la de grasa (0.18 y 0.26) y proteína (0.17 y 0.29) obtenidas en este estudio, se encuentran por debajo de las referencias ofrecidas por los más prestigiosos programas genéticos caprinos en funcionamiento. Tal es el caso del programa francés en el que Manfredi y *cols.* (2000) propusieron un rango de 0.32-0.34 para las razas Saanen, Alpina y Poitevine; o el Canadiense (Bishop y *cols.*, 1995) en el que se aporta la cifra de 0.29 para varias razas incluidas en su programa.

Sin embargo nuestros resultados son similares a los valores de 0.17-0.18 ofrecidos por Analla y *cols.* (1996) en cabras Murciano-Granadinas y próximos a los obtenidos por Valencia y *cols.* (2007) para caracteres de producción lechera en cabras Saanen en México. Estos autores ofrecen valores de heredabilidad de 0.26 y

repetibilidad de 0.48 para la producción total de leche. Sin embargo, estos valores se reducen cuando se trata de lactaciones estandarizadas a 120 días de duración, donde el valor de heredabilidad fue de 0.12 y el repetibilidad de 0.27. Dentro de esta línea se sitúan los valores de heredabilidad reportados por Kominakis y *cols.* (2000), en la cabra Skopelos, con valores de 0.15 para lactaciones estandarizadas a 90 días y 0.14 para producción total, o el rango de 0.13-0.20 de Andonov y *cols.* (1998), también pueden ser considerados bajos.

En una revisión bibliográfica llevada a cabo por Manfredi y *cols.*, (2000), cifró los valores de la heredabilidad para la producción de leche en un margen entre 0.20 y 0.50, apuntando también valores para este parámetro para la grasa y la proteína obtenidas en programas franceses de 0.37-0.40 para los gramos de grasa y 0.58-0.60 para los porcentajes. En cuanto a los gramos de proteína apuntó un rango de 0.34-0.36 y 0.50-0.58 para los porcentajes.

La producción láctea en test diarios ha ofrecido valores mínimos de 0.13-0.20 (Andonov y *cols.*, 1998) obtenidos en estación, y máximos de 0.29 para la heredabilidad, obtenida por Bishop y Sullivan en 1994, los cuales ofrecieron también un valor de 0.65 para la repetibilidad de este carácter. En una situación intermedia se sitúan los valores de heredabilidad ofrecidos por Andonov y *cols.* (2007) con valores de 0.26. Para la grasa y la proteína Bishop y *cols.* (1995) apuntaron valores de 0.27 y 0.65 para la heredabilidad y la repetibilidad de los gramos de grasa y de 0.30 y 0.64 para los gramos de proteína. Andonov y *cols.* (1998) obtuvo un rango de 0.16-0.29 para la heredabilidad del porcentaje de grasa con una repetibilidad de 0.21-0.30.

En cuanto a la producción de leche nos encontramos con valores de 0.17-0.18 para la heredabilidad de lactaciones tipificadas a 210 días (Analla y *cols.*, 1996) con una repetibilidad de 0.39, en la raza Murciano-Granadina. Khan y *cols.* (2000) ofrecen valores muy superiores para la heredabilidad (por encima de 0.40) en tipificaciones a 90 y 150 días en cabras hindúes. La heredabilidad de este último carácter también fue estudiada por Ribeiro y *cols.*, (2000 a y b) y Queiroz y *cols.*, (2000) ofreciendo un valor de 0.06.

Rabasco y *cols.* (1993), en la raza Verata obtuvieron unos parámetros genéticos cifrados para la producción de proteína en 0.04 para la heredabilidad y 0.57 para la repetibilidad. La producción de grasa se cifró por estos mismo autores en 0.20 y 0.22 para la heredabilidad y la repetibilidad, respectivamente. En cuanto al

porcentaje de proteína y grasa, hallaron unos valores medios de 0.14 para la heredabilidad del porcentaje protéico y 0.42 para la repetibilidad, y por otra parte 0.30 para la heredabilidad del porcentaje graso y 0.32 para la repetibilidad.

Ha de destacarse como de manera general las razas selectas internacionales han ofrecido valores de heredabilidad y repetibilidad más elevados que las razas locales, algo *a priori* incongruente que puede justificarse por el efecto de arrastre del tamaño efectivo de la población. Los valores ofrecidos para estos parámetros en la población Murciano Granadina de la Asociación ACRIMUR, publicados por Analla y *cols.* (1996), muestran un gran paralelismo con los obtenidos en el presente estudio, lo que demuestra una gestión coincidente entre ambas poblaciones de la raza.

Por otra parte las correlaciones genéticas entre cantidad de leche y kilogramos de grasa y proteína resultaron altas y positivas, siendo moderadas y positivas para el caso de las correlaciones fenotípicas. Estas correlaciones siguen el comportamiento general de otras poblaciones caprinas lecheras (Boichard y *cols.*, 1989, Analla y *cols.*, 1996 y Bagnicka y *cols.*, 2004). Aunque somos conscientes de la indicación de un modelo trivariado en este cálculo con la finalidad de tener en cuenta el efecto de pleiotropía de los genotipos responsables de los tres caracteres, no se dispuso de capacidad de cálculo para ello; de tal modo que tuvo que optarse por la evaluación de las correlaciones genéticas de los caracteres obtenidos de dos en dos. Los valores registrados son indicativos de una gran asociación genética entre la producción de leche, grasa y proteína, como se ha publicado repetidamente en las hembras lecheras. La selección sobre los tres caracteres de forma simultánea no va a implicar, por tanto, respuestas genéticas indirectas negativas.

Los rangos mostrados por la fiabilidad de los valores genéticos ( $r_{ap}$ ) para la producción de leche, grasa y proteína, ponen de manifiesto que el modelo aplicado es efectivo y que se ha llevado a cabo una correcta depuración de los datos productivos y genealógicos, en el marco de una correcta estructura de la información.

En ningún momento se manifiestan los defectos del control lechero y genealógico apuntados en los capítulos II y III, por tanto, puede estarse clasificando los animales con base en valores genéticos esencialmente incorrectos. Situación que acarrearía consecuencias muy negativas en el progreso genético de la población.

*6.5.1.2.- Tendencias genéticas y fenotípicas.*

Las tendencias genéticas para producción de leche, grasa y proteína, aun habiendo demostrado, de forma general, una evolución positiva para los tres caracteres en el periodo analizado, es preciso mencionar que se han detectado ciertas alternancias en el sentido de la evolución de los valores genéticos. Así los valores genéticos medios anuales de producción de leche manifestaron una evolución más irregular entre los años 1988 y 1997. Es a partir del año 1998 cuando la tendencia genética adquiriere una evolución más constante en sentido positivo, hasta el año 2004. Finalmente, se aprecia un descenso de los valores genéticos medios para los animales nacidos en los años 2005 y 2006. Situación ésta que puede estar motivada por la incorporación de animales al esquema de selección procedentes de ganaderías de fuera del núcleo selectivo.

Las tendencias genéticas para la producción de grasa y proteína demostraron un comportamiento muy similar a lo largo del periodo analizado, a pesar de que la grasa demostró una evolución anual algo superior al de la proteína. De cualquier modo es destacable la clara respuesta a la selección masal detectada en el presente estudio, la cual está justificada por la excelente organización en la gestión de la Asociación, que permitió un buen flujo de la información fenotípica hacia los ganaderos.

Las tendencias fenotípicas también demostraron una evaluación positiva a lo largo de los años en estudio y para los tres caracteres estudiados. Debe destacarse la notable estabilidad encontrada en las medias productivas anuales de los tres caracteres, situación debida a la mejora que se ha venido experimentando en las condiciones de producción.

*6.5.1.3.- Precisión de los valores de cría.*

Del mismo modo pudo observarse una evolución positiva en la predicción de las estimaciones de los valores genéticos ( $r_{ap}$ ) para los tres caracteres. Así para los animales nacidos entre 1980 y 1985 la fiabilidad media para los valores genéticos de producción de leche fue de 0.40, pasando a 0.54 para los nacidos entre 1990 y 1999, en tanto que para los animales nacidos entre los años 2000 y 2006, la fiabilidad media fue de 0.60. Para el caso de la producción de grasa, los valores genéticos estimados para los animales nacidos entre 1985 y 1989 tuvieron una fiabilidad media de 0.45, para los nacidos entre 1990 y 1999 de 0.60 y, finalmente, para entre el año 2000 y

2006 la fiabilidad media ascendió hasta 0.66. La fiabilidad media obtenida para los valores genéticos de producción de proteína fue de 0.43 para los animales nacidos entre 1985 y 1989, de 0.58 para el periodo 1990-1999 y de 0.64 para el 2000-2006. Esta evaluación positiva se debe al aumento de la información funcional disponible (a pesar de que gran parte de ésta no era correcta), a la mejora de la conectividad y al aumento del número medio de lactaciones por hembra.

#### **6.5.2.- Rankings de machos obtenidos a través del Modelo Animal con Observaciones Repetidas y el Modelo Macho.**

A pesar de que la aplicación del Modelo Animal con Observaciones Repetidas no demostró ninguna evidencia estadística de ineficiencia, al conocerse por parte de nuestro equipo de investigación las deficiencias de la genealogía detectadas en el control con marcadores del ADN, así como los problemas observados en el control de rendimientos, no podíamos asumir de forma tajante la clasificación obtenida para los sementales evaluados en estas condiciones, debido a la nefasta influencia que esto tendría sobre el programa de cría el utilizar un ranking incorrecto. Como se disponía de una parte de la información completamente contrastada con los análisis moleculares, se optó por diseñar una evaluación genética utilizando un Modelo Macho en el que se incluirían únicamente aquellos machos que se encontraran en Inseminación Artificial y que presentaran hijas con genealogías contrastadas y contaran con lactaciones concluidas.

Si los valores de precisión de los valores genéticos eran suficientes, el ranking obtenido con esta evaluación nos podría servir de base contraste para los resultados obtenidos con el Modelo Animal de Observaciones Repetidas.

Los resultados obtenidos demostraron en primer lugar la eficacia de la evaluación del Modelo Macho, de acuerdo con las precisiones obtenidas en los valores de cría; y en segundo lugar se apreció que el ranking obtenido era cualitativamente interesante para ser publicado como catálogo de reproductores, ya que el Modelo Macho en condiciones de ausencia de efectos de alteración de la panmixia, de nula tendencia genética e inexistente consanguinidad entre los sementales evaluados, posee las mismas cualidades para los sementales que un modelo animal.

Centrándonos en la composición del ranking se iniciará la discusión de este apartado mediante la comparación del ranking elaborado a partir de los valores

genéticos estimados para la producción de leche. A este respecto debe indicarse en primer lugar que ninguno de los sementales incluidos en el ranking coincide en el número de orden entre los dos modelos de análisis, como hecho más destacable. Así el macho DP03571 aparece situado en primer lugar cuando se analizan los resultados obtenidos en el Modelo de Observaciones Repetidas, en tanto que se situó en quinta posición para el ranking del Modelo Macho con una diferencia de valor genético de +39.015 kg. a favor del macho DP03465 que alcanzó el primer puesto en el Modelo Macho.

Cuando se comparan los rankings para los valores genéticos de la producción de grasa, puede apreciarse como se repite la situación para el caso del semental DP03571, con una diferencia de +2.769 kg. de grasa respecto al macho DP03465 que también alcanzó el primer puesto para los valores de cría para producción de grasa en Modelo Macho. Así mismo se detecta como el semental IK03053, queda ubicado en cuarta posición para ambos rankings, si bien se aprecia una diferencia de +1.928 kg. a favor del primer macho del Modelo de Observaciones Repetidas (DP03571), en tanto que las diferencias encontradas en el Modelo Macho respecto al primer macho fue de +2.231 kg. a favor de éste (DP03465).

De nuevo se repite la situación para el macho DP03571 en el ranking de valores genéticos para la producción de proteína. Así mismo el semental IK03053, aparece en cuarta posición en ambos ranking, ésta vez las diferencias respecto al primer macho fue más similar entre ambos modelos, es decir +1.442 kg. y +1.56 kg. para el Modelo de Observaciones Repetidas y Modelo Macho, respectivamente. Destaca también la posición del macho DP03570, que pasa del sexto lugar en el Modelo de Observaciones Repetidas a la tercera posición en el Modelo Macho.

A modo de compendio de todo lo expuesto en este apartado debe reseñarse que únicamente para los ranking establecidos para los valores genéticos de producción grasa y proteína, se encontró una única coincidencia de posición de machos al comparar los resultados de los dos modelos de análisis (IK03053), siendo además las diferencias genéticas respecto al primer clasificado más reducidas para el caso de la producción de proteína. Por todo lo expuesto no deben utilizarse las evaluaciones obtenidas con genealogías no contrastadas, ya que la clasificación de los animales es absolutamente incorrecta. Debe seguirse trabajando con el control genealógico hasta conseguir una base de datos con garantías para utilizar modelos más avanzados en la evaluación genética.

## 6.6.- CONCLUSIONES

- Los parámetros genéticos obtenidos se encuentran dentro de los rangos de la especie aunque en los niveles más bajos.
- Las tendencias genéticas demuestran que la selección masal desarrollada hasta el momento en esta raza ha sido muy eficiente tanto en la producción de leche como en la de grasa y proteína.
- La precisión de los valores de cría obtenidos ha ido evolucionando positivamente en el tiempo debido al incremento de la información genealógica y productiva y la mejora de su estructura, alcanzando en ocasiones valores superior al 0.9 de  $r_{ap}$ .
- No se aprecian en los resultados del Modelo Animal con Observaciones Repetidas ninguna traza de los errores en la genealogía y las deficiencias del control de rendimientos.
- Puede derivarse de los resultados obtenidos que aun no habiéndose realizado un seguimiento de la genealogía, no habría indicios de errores significativos en los resultados de la evaluación genética y de la obtención de parámetros genéticos obtenidos mediante el Modelo Animal con Observaciones Repetidas.
- Los resultados de campo han puesto de manifiesto que los valores obtenidos a través del Modelo Animal con Observaciones Repetidas, mantienen un sesgo importante ya que la genealogía mal asignada ofrece unos valores genéticos erróneos a pesar de su apariencia apoyada en la buena precisión, sobre todo al ser comparados con modelos donde la genealogía ha sido contrastada fehacientemente mediante técnicas de genética molecular, como es el caso del Modelo Macho aplicado en segundo lugar.

## 6.7.- REFERENCIAS

- Analla, M., Jiménez-Gamero, I., Muñoz-Serrano A., Serradilla, J.M., Falagán A.** 1996. *Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats.* J. Dairy Sci., 79: 1895-1898.
- Andonov, S., J. Ødegård, I. A. Boman , M. Svendsen , I. J. Holme , T. Ådnøy , V. Vukovic and G. Klemetsdal.** 2007. *Validation of Test-Day Models for Genetic Evaluation of Dairy Goats in Norway.* J. Dairy Sci., 90: 4863-4871.
- Andonov, S., Kovak, M., Kompan, D., Dzibirski, V.** 1998. *Estimation of covariance components for test day production in dairy goat.* In proceeding of the 6<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P. Armidale, Australia. 23: 145-148.
- Bagnicka, Emilia, Ottmar Distl, Henning Hamann, Marek Łukaszewicz.** 2004. *Heritabilities of and genetic correlations between the dairy traits in goats estimated in first vs later lactations.* Animal Science Papers and Reports, vol. 22, n<sup>o</sup>. 2: 205-213.
- Bishop, S., Sullivan, B.P.** 1994. *National Genetic evaluations for dairy goats in Canada.* Proceeding of 5<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P., Canada: 175-177.
- Bishop, S., Sullivan, B.P., Schaeffer, L.R.** 1995. *Milk and beef recording: state of the art.* EAAP. Publication n<sup>o</sup> 75: 299-302.
- Boichard, D., Bouloc, N., Ricordeau, G., Piacère, A., Barillet, F.** 1989. *Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds.* Genet. Sel. Evol., 21: 205-215.
- Boldman, K.G., L.A. Kriese, L.D. Van Vleck, C.P. Van Tassell y S.D. Kachman.** 1995. *A Manual for Use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT].* USDA, ARS, Clay Center, NE, USA.
- Camacho, M.E.** 2002. *Estudio de la variabilidad fenotípica y genética de los caracteres productivos del tipo Tinerfeño de la Agrupación Caprina Canaria.* Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Carolino, R.N.P.** 2006. *Estratégias de Seleccão na Raça Bovina Alentejana.* Tesis Doctoral. Universidad Técnica de Lisboa. Faculta de Medicina Veterinaria, pp. 391.
- Delgado, J.V., J.M. León, M.A. Serrano, A. Cabello, M.E. Camacho, R. Villadén.** 2003. Programa de Mejora Genética de la Cabra Murciano Granadina. Resúmenes/Pósters, 3<sup>a</sup> Sesión: Genética y Reproducción. Jornadas Técnicas CaprAA. pp.142. Fuerteventura, España.

- Dodenhoff, J., L.D. Van Vleck y S.D. Kachman.** 1998. *Parameter estimates for direct, maternal and grandmaternal genetic effects for birth weight and weaning weight in Hereford cattle.* J. Anim. Sci., 76: 2521-2527.
- Gall, C.** 1981. *Milk Production. En: Goat Production.* Academic Press. (New York). 617 pp.
- Gama, L.T., C.P. Matos y N. Carolino.** 2004. *Modelos Mistos em Melhoramento Animal.* Arquivos Veterinários, nº 7. Direcção Geral da Veterinária. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e Pescas, Portugal.
- Jhonson, D.L. y Garrick, D.J.** 1990. *Data collection, processing and prediction of breeding values.* In proceedings of the 4<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P., Edinburgh, Scotland. 15: 337-346.
- Johnson, D.L. y R. Thompson.** 1995. *Restricted maximum likelihood estimation of variance components for univariate animal models using sparse matrix techniques and average information.* J. Dairy Sci., 78: 449-456.
- Khan, B.U., Mehta, B.S., Singh, D.** 2000. *Genetic studies of milk production traits in Sirohi goats.* Proceeding of 7<sup>th</sup> International Conference on Goats, France, I: 209-210.
- Kominakis, A., E. Rogdakis, Ch. Vasiloudis, O. Liaskos.** 2000. *Genetic and environmental sources of variation of milk yield of Skopelos dairy goats.* Small Rumin. Res., 36: 1-5
- López, L.A., Franco, D.C., Barreto, S.D.** 2007. *Sobre la construcción del mejor predictor lineal insesgado (BLUP) y restricciones asociadas.* Revista Colombiana de Estadística, vol. 30, nº 1, pp. 13 a 36.
- Manfredi, E., Serradilla, J.M., Leroux, C., Martin, P., Sánchez, A.** 2000. *Genetics for milk production.* 7<sup>th</sup> International Conference on goats, France. Pp. 191-196.
- Mrode, R.A.** 2005. *Linear Models for the prediction of Animal Breeding Values.* 2<sup>nd</sup> Ed., CABI Publishing, pp: 52-54.
- Queiroz, S.A., Tholon, P., Ribeiro, A.C., Resende, K.T., Ribeiro, S.D.A.** 2000. *Milk yield heritability, repetability and genetic trends in Saanen goats in Brazil.* Proceeding of the 7<sup>th</sup> World Conference on Goats. Tours, France, I, 241-242.
- Rabasco, A., J.M. Serradilla, J.A. Padilla y A. Serrano.** 1993. *Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats.* Small Rumin. Res., 11: 151-161.
- Ribeiro, A.C., Lui, J.F., Queiroz, S.A., Ribeiro, S.D.A., Resende, K.T.** 2000 (a). *Milk yield, genetic trend and genetic and phenotypic parameters estimates for milk yield and lactation length of Saanen goats in Brazil.* Proceeding of 7<sup>th</sup> International Conference on Goats. Tours, France, I: 242-243.

- Ribeiro, A.C., Ribeiro, S.D.A., Queiroz, S.A., Resende, K.T.** 2000(b). *Environmental and genetic effects on birth weight in dairy goats in Brazil*. Proceeding of 7<sup>th</sup> International Conference on Goats. Tours, France, I: 224.
- Sánchez Palma, A., Micheo Puig, J.M., Sánchez Baró, A. y Serradilla Manrique, J.M.** 2005. *Estrategias de valoración genética de los reproductores de la raza caprina Malagueña*. Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 141-144.
- Sanders, K., J. Bennewitz, and E. Kalm.** 2006. *Wrong and Missing Sire Information Affects Genetic Gain in the Angeln Dairy Cattle Population*. J. Dairy Sci., 89: 315–321.
- SAS.** 2001. SAS® 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schaeffer, L.R., Sullivan, B.P.** 1994. *Genetic evaluations of dairy goats using test day yields*. Canada. Proceeding of 5<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P., Canada: 182-185.
- Silva, L.O., Filho, K.E., Figueiredo, G.R., Nobre, P. R. y Josahkian, L. A.** 1998. *Genetic trends in Zebu (Bos indicus) breeds in Brazil*. In proceeding of the 6<sup>th</sup> W.C.G.A.L.P. Armidale, Australia. 23:137-140.
- Valencia, M., J. Dobler, H.H. Montaldo.** 2005. *Genetic trends for milk yield in a flock of Saanen goats in Mexico*. Small Rumin. Res., 57: 281–285.
- Valencia, M., J. Dobler, H.H. Montaldo.** 2007. *Genetic and phenotypic parameters for lactation traits in a flock of Saanen goats in Mexico*. Small Rumin. Res., 68: 318–322.