

## Factores de explotación asociados a la duración del anestro postparto en vacas nodrizas de razas Parda de Montaña y Pirenaica

A. Sanz<sup>1\*</sup>, A. Bernués<sup>1</sup>, I. Casasús<sup>1</sup>, D. Villalba<sup>2</sup> y R. Revilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Unidad de Tecnología en Producción Animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón. Apdo. 727. 50080 Zaragoza. España*

<sup>2</sup> *Departamento de Producción Animal. ETSEA. Universitat de Lleida. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida. España*

---

### Resumen

Para determinar los factores de explotación relacionados con la reactivación ovárica postparto en vacas nodrizas se realizó un análisis global de una serie de indicadores productivos y la duración del anestro postparto (APP) de 549 vacas explotadas en condiciones extensivas. Debido a la naturaleza multifactorial del proceso en estudio se eligió la metodología estadística multivariante (Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples y Análisis Cluster). La duración del APP estuvo asociada a cuatro factores que explicaron el 59% de la heterogeneidad inicial de la muestra y que se definieron como: «Alimentación preparto» (19% de la inercia), «Alimentación postparto-Edad» (16.4%), «Manejo del ternero» (13%) y «Dificultad al parto» (10.5%). Estos factores se introdujeron en un Análisis Cluster que identificó cinco grupos de vacas con características productivas y reproductivas diferentes, y que denominamos como: «Primíparas», «Acceso restringido», «Acceso Libre-Parda de Montaña», «Parto de otoño» y «Parto de primavera». La raza no estuvo relacionada con la duración del APP, aunque el análisis Cluster asoció los largos APP inducidos por la crianza libre con la raza Parda de Montaña. En la raza Parda de Montaña, la duración del APP fue mayor en primavera que en otoño debido a diferencias nutricionales más que a un efecto estacional en sí. El parto de otoño se adaptó mejor a las condiciones de montaña seca.

**Palabras clave:** vacas nodrizas, anestro postparto, factores de explotación, análisis multivariante.

### Abstract

#### Management factors associated to the duration of postpartum anoestrus interval in Brown Swiss and Pirenaica beef cows

A global analysis of several productive indicators and the postpartum anoestrous interval (PPI) of 549 beef cows was carried out to determine the management factors related with postpartum ovarian reactivation in extensive mountain farming systems. Multivariate statistic methods (Multiple Correspondence Analysis and Cluster Analysis) were used to analyse the data due to the multifactorial nature of the processes involved. PPI was associated to four factors that explained 59% of the total inertia of the sample and were defined as follows: «Prepartum feeding level» (19% of the inertia), «Postpartum feeding level-Parity» (16.4%), «Suckling frequency» (13%) and «Calving difficulty» (10.5%). These factors were introduced into a Cluster Analysis that identified five types of cows: «Primiparous cows», «Twice-daily suckling», «Ad libitum suckling-Brown Swiss», «Autumn calving season» and «Spring calving season». Cow breed was not related to PPI, although the Cluster Analysis associated the suckling-induced prolonged PPI with Brown Swiss animals. In Brown Swiss breed, PPI was longer in the spring than in the autumn due to nutritional differences rather than to a seasonal effect. Autumn calving was better adapted to dry mountain conditions.

**Key words:** beef cows, postpartum anoestrous interval, management factors, multivariate analysis.

---

### Introducción

La obtención de un ternero por vaca y año es el objetivo productivo de las explotaciones de vacas nodrizas.

Los prolongados periodos de inactividad sexual son uno de los mayores limitantes del rendimiento reproductivo para obtener una buena rentabilidad en la explotación.

Los sistemas de producción en áreas de montaña están sujetos a grandes variaciones tanto en la producción como en la calidad de los recursos pastorales que utilizan, limitando en ocasiones la recuperación de pe-

---

\* Corresponding author: asanz@aragob.es

Received: 24-01-02; Accepted: 20-01-03.

so y condición corporal de las vacas durante la estación de pastoreo, y desencadenando importantes variaciones en el peso vivo y las reservas corporales de las vacas (Casasús *et al.*, 1999). Estas reservas corporales influyen de manera importante en la duración del anestro postparto (APP), tanto a través de los niveles de alimentación recibidos antes (Wiltbank *et al.*, 1962; Ducrot *et al.*, 1994) y después del parto (Rutter y Randel, 1984; Perry *et al.*, 1991), como a través de sus interacciones (Wright *et al.*, 1992). Los niveles bajos de energía y las pérdidas de estado corporal actuarían sobre la actividad reproductiva reduciendo la frecuencia de pulsos de LH (Wright *et al.*, 1987).

La crianza del ternero puede retrasar la reactivación ovárica postparto de la vaca, a través de la inhibición de la liberación pulsátil de LH (Williams, 1990). Se han practicado diversos manejos del ternero con el fin de reducir el efecto negativo de la crianza sobre la actividad reproductiva; por ejemplo, la restricción del acceso del ternero a la madre a uno o dos breves periodos diarios (Bluntzer *et al.*, 1989; Stagg *et al.*, 1998). En los sistemas extensivos de producción, la viabilidad de estos manejos es reducida, haciéndose necesario un estudio global de las posibles interacciones de la crianza con el resto de factores individuales y ambientales que puedan afectar al rendimiento reproductivo del ganado vacuno de cría.

Uno de los principales factores relacionados tradicionalmente con la duración del APP es la estación de parto. En numerosas ocasiones, se han observado menores APP en aquellas vacas que paren en verano-otoño, respecto a las que lo hacen en invierno-primavera (Peters and Riley, 1982; Pelot *et al.*, 1984; Robalo *et al.*, 1987), estando este efecto estacional asociado con el fotoperiodo (Hansen and Hauser, 1984). Diversos trabajos han descrito también diferencias en la reactivación ovárica postparto entre diversas razas. Cuando las vacas lecheras y las de carne se manejan de forma similar, criando también las lecheras, estas últimas tienen APP más largos que las de genotipo cárnico (Hansen *et al.*, 1982), aunque también se han observado diferencias entre razas de vacas nodrizas (Bellows and Short, 1978). Sin embargo, estos efectos raciales son a menudo debidos a diferencias en la producción lechera o en la ingestión de alimentos. La edad también ha sido un factor frecuentemente estudiado, observándose APP más largos en las novillas que en las vacas adultas (Short *et al.*, 1990; Revilla *et al.*, 1992). Asimismo, los partos distócicos pueden retrasar de forma importante la reparación e involución uterina, así

como el reinicio de la actividad ovárica postparto (Humblot *et al.*, 1996).

En numerosos trabajos se han estudiado los efectos individuales de los factores citados anteriormente sobre la duración del APP. Sin embargo, sería conveniente analizar cómo el conjunto de los factores y sus interacciones influyen en la reactivación ovárica postparto. Los objetivos de este trabajo fueron determinar qué factores de producción y manejo relacionados tradicionalmente con la reproducción de las vacas nodrizas presentan mayor influencia sobre la duración del APP y, posteriormente, establecer una tipología de vacas en función de estos factores.

## Material y métodos

### Animales

Se recogieron los datos productivos y la duración del APP de 549 de vacas nodrizas pertenecientes a la finca experimental La Garcipollera, en el Pirineo Central (42° 37'N, 0° 30'W), entre los años 1987 y 1998. La finca se encuentra a 945 m sobre el nivel del mar, aunque las zonas de pastoreo llegan hasta los 2.200 m, y la precipitación media anual es de 999 mm. En este análisis se han utilizado las razas Parda de Montaña y Pirenaica.

En el rebaño experimental se utilizó el manejo tradicional de las explotaciones pirenaicas, basado fundamentalmente en tres periodos, uno de estabulación invernal, otro de pastoreo en puertos durante el verano (1.500-2.200 m) y el último de pastoreo en áreas boscosas o praderas de fondo de valle durante la primavera y el otoño. El manejo reproductivo se caracterizaba por la concentración de partos en dos épocas: una de primavera (marzo a mayo), manejo tradicional de las áreas de montaña, y otra de otoño (septiembre a noviembre), como manejo alternativo al anterior, que fue practicado únicamente en las vacas de raza Parda de Montaña. Estos dos periodos de partos se correspondían a su vez con dos épocas de cubriciones, de 90 días cada una, que se iniciaban 90 días después de la fecha teórica del primer parto, y se realizaban mediante monta natural con toros de las mismas razas que las hembras.

Las vacas con parto en otoño se estabularon justo antes del parto y permanecieron estabuladas durante toda la lactación. Después del destete en marzo, las vacas pastaron en praderas de fondo de valle durante

la primavera, y en puertos de montaña durante el verano. Las vacas con parto en primavera se estabularon durante el último tercio de gestación y hasta la primera mitad de lactación. La segunda mitad de lactación se desarrolló a lo largo del verano en los puertos de montaña, realizándose el destete en septiembre.

Durante el periodo de estabulación, en el sistema tradicional los terneros permanecían separados de sus madres en un cubículo anexo al de las vacas, permitiéndoles mamar durante dos periodos diarios de 15 minutos cada uno (acceso restringido). En el nuevo manejo, practicado únicamente con vacas multíparas por cuestiones de manejo general, los terneros permanecieron con sus madres durante toda la lactación (acceso libre).

### Rendimientos de los animales

Como indicadores productivos y de manejo de cada animal, se dispuso de la época de parto (primavera

u otoño), la raza (Parda de Montaña o Pirenaica), el número de parto (primípara o multípara), el tipo de parto (5 categorías de dificultad al parto; Tabla 1) y el manejo del ternero (acceso restringido o acceso libre).

Se registraron el peso y la condición corporal [en la escala de 0 a 5 (Lowman *et al.*, 1976)] 4 meses antes del parto, al parto y posteriormente cada semana hasta el destete. Los terneros se pesaron semanalmente durante toda la lactación. El peso de las vacas 4 meses antes del parto se corrigió por el peso del útero grávido mediante la ecuación propuesta por el INRA (1978). Las ganancias medias diarias (GMD) se calcularon por regresión lineal. Las variaciones relativas de peso se calcularon como la diferencia entre los pesos finales e iniciales, expresada en porcentaje del peso inicial (variaciones positivas correspondieron a ganancias de peso y variaciones negativas a pérdidas de peso). La producción de leche se estimó a partir de 3 a 10 registros por vaca, mediante la pesada del ternero antes y después del amamantamiento (Le Neindre, 1973).

**Tabla 1.** Variables iniciales utilizadas en el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM)

| Variable | Definición   | Categorías o unidades   |
|----------|--|---|
| APP      | anestro postparto                                  | días  |
| EPOCPA   | época de parto                                     | 1: primavera<br>2: otoño  |
| RAZA     | raza de la vaca                                    | 1: Parda de Montaña<br>2: Pirenaica   |
| NUPAR    | número de parto                                    | primíparas: 1.º parto<br>multíparas: resto  |
| TIPOPA   | tipo de parto                                      | 1: sin dificultad y sin ayuda<br>2: con ayuda, pero no necesaria<br>3: ayuda necesaria, extracción de feto, presentación anormal<br>4: extracción de feto mediante trócola<br>5: cirugía necesaria, cesárea |
| CRIA     | manejo del ternero                                 | AR: Acceso Restringido<br>AL: Acceso Libre  |
| PPRE     | peso de la vaca 4 meses antes del parto            | kg  |
| %PPRE    | variación relativa peso 4 últimos meses gestación  | %   |
| PPAR     | peso de la vaca al parto                           | kg  |
| PPOS     | peso de la vaca al destete                         | kg  |
| %PPOS    | variación relativa peso 3 primeros meses lactación | %   |
| GMD      | ganancia media diaria de la vaca en lactación      | kg  |
| PNT0     | peso del ternero al nacimiento                     | kg  |
| PDTT     | peso del ternero al destete                        | kg  |
| GMDT     | ganancia media diaria del ternero en lactación     | kg  |
| LECHE    | producción diaria de leche                         | kg  |
| CCPRE    | condición corporal vaca 4 meses antes del parto    |   |
| CCP      | condición corporal vaca al parto                   |   |
| CCPOS    | condición corporal vaca 3 meses después del parto  |   |

## Análisis hormonal

Para determinar los niveles plasmáticos de progesterona se tomaron tres muestras semanales de sangre de la vena caudal, desde el día siguiente al parto y durante toda la lactación. La sangre se recogió en tubos con heparina a las 08:00 h. El plasma obtenido fue congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$ , hasta el momento en el que se realizó el análisis de progesterona. La concentración de progesterona en plasma se determinó mediante un kit comercial de radioinmunoanálisis ( $^{125}\text{I}$ -Progesterona CO-ATRIA, bioMérieux, SA. Marcy L'Etoile, France), puesto a punto por Alabart (1990). Se consideró que la actividad ovárica se iniciaba cuando se detectó la primera elevación de los valores reales de progesterona por encima de 0,5 ng/ml durante al menos dos días, o 1 ng/ml en un sólo día, concentraciones que reflejaban la existencia de actividad luteal y/o placentaria (Thimonier, 1978). En las vacas que no presentaron reactivación ovárica durante el periodo controlado se consideró como duración del APP el intervalo entre el parto y la última muestra de sangre recogida (Wright *et al.*, 1987), coincidiendo con la duración de la lactación (140 y 170 días, para los partos de otoño y primavera, respectivamente).

## Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples

Para realizar el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1990). Se eligió la metodología estadística multivariante debido a la naturaleza multifactorial de los procesos implicados en la reactivación ovárica postparto y a las numerosas interacciones existentes entre estos factores. Estos métodos permiten analizar las relaciones existentes entre múltiples variables (Tabla 1) sin tener que considerarlas como dependientes o independientes (Manly, 1997).

Se utilizó el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM) para sintetizar las variables iniciales y sus categorías en un pequeño número de combinaciones (dimensiones, ejes o factores) que contienen la mayor parte posible de la información original (Fig. 1). El AFCM es similar a un Análisis de Componentes Principales, pero en este caso calculado sobre una tabla de contingencia, basado en la distancia chi-cuadrado entre las categorías de cada variable. Este análisis desarrolla una representación

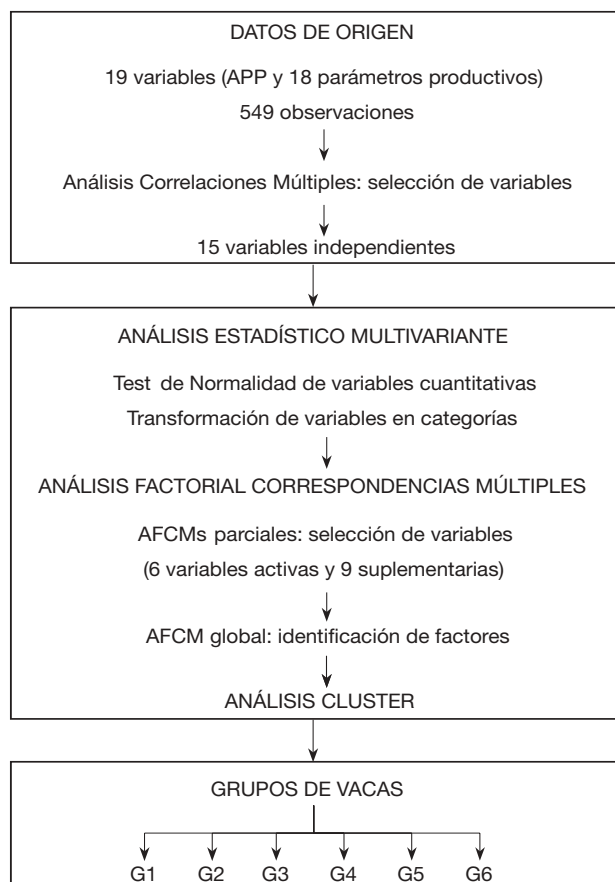


Figura 1. Representación esquemática de los pasos de la metodología empleada.

gráfica en el espacio de la asociación entre filas y columnas de esta tabla (SAS, 1989). Además, el AFCM permite incluir categorías suplementarias de variables que no se han utilizado en el análisis pero que pueden ser representadas para analizar su relación con el resto de variables.

## Transformación de variables

A partir de la información disponible se seleccionaron el APP y 18 variables que, a priori, podrían estar implicadas en la regulación de la duración del APP de las vacas nodrizas (Fig. 1; Tabla 1). Las técnicas multivariantes descriptivas exigen la inclusión de variables independientes, así que en primer lugar se realizó un Análisis de Correlaciones Múltiples para detectar variables que aportaban información redundante. Se eliminaron 4 variables: peso del ternero al destete (correlacionado con la GMD del ternero;

**Tabla 2.** Variables activas utilizadas en el AFCM

| Variable | Categorías | Definición     | N.º observaciones | %    |
|----------|------------|----------------|-------------------|------|
| APP      | appC       | ≤ 45           | 330               | 60,1 |
|          | appM       | de 45 a 90     | 85                | 15,5 |
|          | appL       | > 90           | 134               | 24,4 |
| NUPAR    | primi      | primíparas     | 127               | 23,1 |
|          | multi      | multíparas     | 422               | 76,9 |
| CRÍA     | AR         | A. Restringido | 437               | 79,6 |
|          | AL         | A. Libre       | 112               | 20,4 |
| %PPRE    | %ppreB     | ≤ 0            | 140               | 25,5 |
|          | %ppreM     | de 0 a 13,4    | 273               | 49,7 |
|          | %ppreA     | > 13,4         | 136               | 24,8 |
| %PPOS    | %pposB     | ≤ -3,3         | 137               | 25   |
|          | %pposM     | de -3,3 a 2,2  | 273               | 49,7 |
|          | %pposA     | > 2,2          | 139               | 25,3 |
| CCP      | ccpB       | ≤ 2,37         | 144               | 26,2 |
|          | ccpM       | de 2,37 a 2,75 | 301               | 54,8 |
|          | ccpA       | > 2,75         | 104               | 18,9 |

$r=0,59$ ;  $p<0,001$ ), peso de la vaca al destete (correlacionado con el peso de la vaca al parto;  $r=0,80$ ;  $p<0,001$ ), GMD de la vaca (correlacionada con la variación relativa de peso postparto;  $r=0,99$ ;  $p<0,001$ ) y producción diaria de leche (correlacionada con la GMD del ternero;  $r=0,63$ ;  $p<0,001$ ).

Antes de realizar el AFCM se comprobó que las variables cuantitativas presentaran una distribución normal. Las variables normales se dividieron en tres categorías o clases, de acuerdo a la posición de los cuantiles (Q) (Q1=25% observaciones con valores más bajos; Q2=50% observaciones con valores intermedios; Q3=25% observaciones con valores más altos). Las tres categorías fueron definidas como: baja (B), media (M) y alta (A) (Tablas 2 y 3). Las categorías obtenidas fueron equilibradas, a excepción de las variables duración del APP y CC preparto. Los límites entre las categorías de la variable duración del APP (corta ≤ 45 días; media=de 45 a 90 días; larga > 90 días; Tabla 2) se establecieron siguiendo un criterio zootécnico. Las categorías de la variable CC preparto no fueron equilibradas debido a la naturaleza discontinua de la escala con la que se determina en la práctica la CC (Tabla 3). Los cinco tipos de parto en función de su dificultad se redujeron finalmente a 3 categorías para facilitar la interpretación de los resultados (Tabla 3).

Se realizaron varios AFCM parciales, considerando por separado la época de parto (primavera y

otoño), la raza (Parda de Montaña y Pirenaica) y el número de parto (primíparas y multíparas), para detectar posibles diferencias entre grupos de animales y para identificar las variables que más contribuyeron a los factores obtenidos en el análisis, que fueron las variables Activas en el AFCM definitivo (Tabla 2). También se seleccionaron 9 variables Suplementarias (supl.), es decir, variables que no contribuyeron a la formación de los factores pero que se incluyeron en la representación gráfica de los resultados (Tabla 3). Finalmente, se realizó un AFCM global con 6 variables activas y 9 suplementarias, que reflejó los ejes obtenidos en los análisis parciales anteriores y que explicó el mayor grado de inercia de la información. El concepto de inercia es análogo al de varianza en un Análisis de Componentes Principales, y proporcional a la información de chi-cuadrado (SAS, 1989).

**Tabla 3.** Variables suplementarias incluidas en el AFCM

| Variable | Categorías | Definición       | N.º observaciones | %    |
|----------|------------|------------------|-------------------|------|
| EPOCPA   | primav     | primavera        | 324               | 59   |
|          | otoño      | otoño            | 225               | 41   |
| RAZA     | PA         | Parda de Montaña | 403               | 73,4 |
|          | PI         | Pirenaica        | 146               | 26,6 |
| TIPOPA   | tipopa1    | tipopa1          | 477               | 86,9 |
|          | tipopa2    | tipopa 2 y 3     | 54                | 9,8  |
|          | tipopa3    | tipopa 4 y 5     | 18                | 3,3  |
| PPRE     | ppreB      | ≤ 486            | 143               | 26   |
|          | ppreM      | de 486 a 572     | 272               | 49,5 |
|          | ppreA      | > 572            | 134               | 24,4 |
| PPAR     | pparB      | ≤ 516            | 143               | 26   |
|          | pparM      | de 516 a 602     | 271               | 49,4 |
|          | pparA      | > de 602         | 135               | 24,6 |
| PNTTO    | pnttoB     | ≤ 37             | 138               | 25,1 |
|          | pnttoM     | de 37 a 46       | 274               | 49,9 |
|          | pnttoA     | > 46             | 137               | 25   |
| GMDT     | gmdtB      | ≤ 0,82           | 139               | 25,3 |
|          | gmdtM      | de 0,82 a 1,02   | 274               | 49,9 |
|          | gmdtA      | > 1,02           | 136               | 24,8 |
| CCPRE    | ccpreB     | < 2,5            | 251               | 45,7 |
|          | ccpreM     | de 2,5 a 2,75    | 179               | 32,6 |
|          | ccpreA     | > 2,75           | 119               | 21,7 |
| CCPOS    | ccposB     | ≤ 2,37           | 165               | 30,1 |
|          | ccposM     | de 2,37 a 2,75   | 227               | 41,3 |
|          | ccposA     | > 2,75           | 157               | 28,6 |

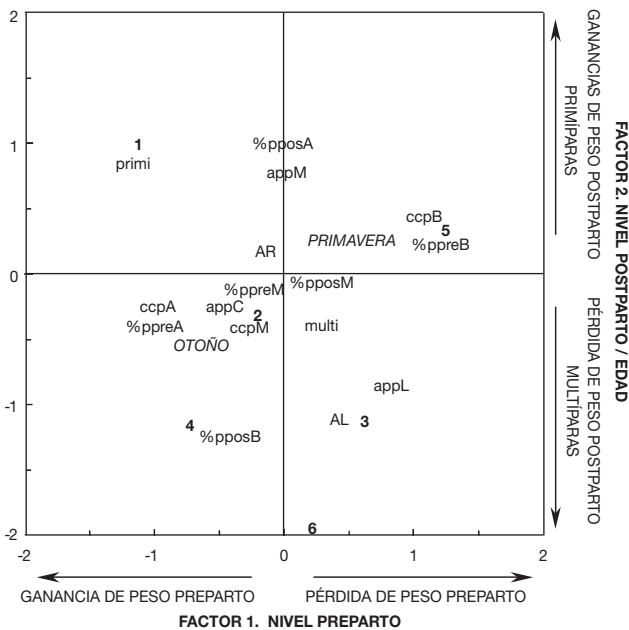
**Tabla 4.** Indicadores estadísticos del Análisis Cluster

| N.º de Clusters | RSQ   | CCC    | Pseudo F | Pseudo t <sup>2</sup> |
|-----------------|-------|--------|----------|-----------------------|
| 10              | 0,740 | 8,45   | 170,8    | 74,2                  |
| 9               | 0,738 | 11,21  | 190,2    | 3,7                   |
| 8               | 0,730 | 13,34  | 208,5    | 20,5                  |
| 7               | 0,676 | 7,62   | 188,4    | 101,2                 |
| 6*              | 0,621 | 3,45   | 177,8    | 112,4                 |
| 5               | 0,473 | -11,87 | 121,9    | 230,4                 |
| 4               | 0,273 | -21,44 | 68,2     | 183,6                 |
| 3               | 0,138 | -22,70 | 43,5     | 95,9                  |
| 2               | 0,127 | -9,10  | 79,6     | 16,3                  |
| 1               | 0,000 | 0,00   |          | 79,6                  |

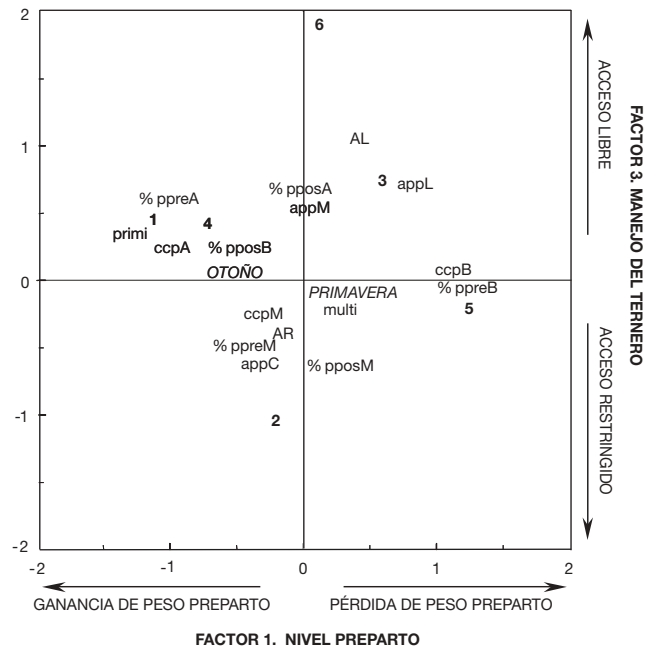
\* Número óptimo de Clusters. RSQ: R cuadrado. CCC: criterio cúbico de Clusters.

**Análisis Cluster**

Los factores obtenidos en el AFCM son cuantitativos, lo que permite la aplicación posterior de análisis con técnicas cuantitativas. En este estudio se llevó a cabo un Análisis Cluster (jerárquico ascendente) a partir de los factores que explicaron el mayor grado de inercia. Se aplicó el Algoritmo del Centroide como método de agregación porque utiliza la misma métrica que el AFCM, la distancia Euclídea (SAS, 1990), y por ser el más robusto de los métodos jerárquicos ante la presencia de casos atípicos (Carrasco y Hernán, 1993).



**Figura 2.** Representación de las categorías de las variables activas y de los grupos de vacas (1-6) sobre un espacio bidimensional definido por los factores 1 y 2 del AFCM.



**Figura 3.** Representación de las categorías de las variables activas y de los grupos de vacas (1-6) sobre un espacio bidimensional definido por los factores 1 y 3 del AFCM.

La configuración óptima de grupos identificados por el Análisis Cluster se decidió según el criterio de detección de un fuerte aumento de la R cuadrado, del indicador Pseudo F y del Criterio Cúbico de Clusters, así como de una disminución aguda del indicador Pseudo t<sup>2</sup> (Tabla 4). Esta combinación de indicadores estadísticos aseguró que los grupos formados en ese momento tenían la menor varianza intra-grupos y la mayor varianza entre grupos (SAS, 1989).

Se representaron gráficamente las características más importantes de cada grupo, dibujando el centro de gravedad (media) de los grupos sobre un espacio bidimensional definido por los factores del AFCM (Figs. 2 y 3). Finalmente, se realizó una comparación de las variables que caracterizaron los grupos de vacas obtenidos, mediante un ANOVA (SAS, 1990) para las variables continuas y chi-cuadrado (SAS, 1990) para las discontinuas.

**Resultados**

**Factores asociados a la duración del anestro postparto**

Los cuatro primeros factores obtenidos en el AFCM explicaron el 59% de la inercia total del mo-

**Tabla 5.** Factores principales obtenidos en el AFCM

| Variable categorías          | Factor 1 (19%)*<br>Contribución (%)** | Factor 2 (16,4%)<br>Contribución (%) | Factor 3 (13%)<br>Contribución (%) | Factor 4 (10,5%)<br>Contribución (%) |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| APP                          | 1,21                                  | 1,78                                 | 2,06                               | 1,72                                 |
| appC                         | -0,25                                 | -0,16                                | -0,51                              | -0,38                                |
| appM                         | 0,05                                  | 0,86                                 | 0,73                               | 0,23                                 |
| appL                         | 0,91                                  | -0,76                                | 0,83                               | 1,11                                 |
| NUPAR                        | 1,46                                  | 1,33                                 | 0,49                               | 0,47                                 |
| primi                        | -1,12                                 | 1,02                                 | 0,38                               | 0,36                                 |
| multi                        | 0,34                                  | -0,31                                | -0,11                              | -0,11                                |
| CRIA                         | 0,58                                  | 1,29                                 | 1,45                               | 0,08                                 |
| AR                           | -0,12                                 | 0,26                                 | -0,3                               | -0,02                                |
| AL                           | 0,46                                  | -1,03                                | 1,15                               | 0,06                                 |
| %PPRE                        | 2,4                                   | 0,75                                 | 0,92                               | 2,48                                 |
| %ppreB                       | 1,26                                  | 0,4                                  | -0,01                              | -0,72                                |
| %ppreM                       | -0,16                                 | -0,06                                | -0,3                               | 0,83                                 |
| %ppreA                       | -0,98                                 | -0,29                                | 0,61                               | -0,93                                |
| %PPOS                        | 0,69                                  | 2,27                                 | 1,59                               | 0,44                                 |
| %pposB                       | -0,46                                 | -1,14                                | 0,34                               | -0,17                                |
| %pposM                       | 0,23                                  | 0,04                                 | -0,53                              | 0,15                                 |
| %pposA                       | 0                                     | 1,09                                 | 0,72                               | -0,12                                |
| CCP                          | 2,34                                  | 0,8                                  | 0,73                               | 0,31                                 |
| ccpB                         | 1,17                                  | 0,47                                 | 0,18                               | -0,2                                 |
| ccpM                         | -0,23                                 | -0,17                                | -0,21                              | 0,1                                  |
| ccpA                         | -0,94                                 | -0,16                                | 0,34                               | -0,01                                |
| Categorías suplementarias*** |                                       |                                      |                                    |                                      |
| ppreB                        | -0,73                                 |                                      |                                    | 0,52                                 |
| pparB                        |                                       | 0,73                                 |                                    | 0,38                                 |
| ccpreA                       | -0,79                                 | 0,64                                 |                                    |                                      |
| ccpreB                       | 0,53                                  |                                      |                                    |                                      |
| tipopa3                      |                                       | 0,4                                  |                                    | 0,42                                 |

\* Porcentaje de la inercia total explicada por el factor. \*\* Contribución de las variables y categorías a la inercia explicada por el factor. \*\*\* En la tabla sólo se presentan las categorías más relevantes.

delo (Tabla 5) y, sobre la base de las contribuciones de las variables y categorías originales, se interpretaron como:

#### Factor 1. Nivel de alimentación preparto

Este primer factor explicó el 19% de la inercia total, e hizo referencia a animales con una variación de peso antes del parto de categoría baja, es decir, vacas que presentaron pérdidas de peso durante los últimos cuatro meses de gestación. Estos animales sin embargo no presentaron un peso bajo cuatro meses antes del parto (supl.). La CC preparto (supl.) y la CC al parto fueron bajas. Estas vacas fueron prin-

cipalmente multíparas y presentaron largos APP (> 90 días).

#### Factor 2. Nivel de alimentación postparto-Edad de la vaca

Este factor (16,4% de la inercia total) se asoció a individuos con ganancias relativas de peso superiores al 2,2% durante los 3 primeros meses de lactación. Estos animales se relacionaron con una CC preparto (supl.) alta y un peso al parto bajo. Este factor se correspondió con vacas primíparas, que a su vez estuvieron vinculadas a partos de tipo distócico (supl.). Los terneros se mantuvieron en acceso restringido. La duración del APP fue media (45-90 días).

### Factor 3. Manejo del ternero

Este factor explicó el 13% de la inercia total, y se caracterizó principalmente por el acceso libre de los terneros a las madres. Este factor estuvo relacionado con animales que presentaron reactivaciones ováricas medias y largas, y, en menor medida, con vacas que ganaron peso tanto antes como después del parto.

### Factor 4. Dificultad al parto

El factor 4 (10,5% inercia total) representó a animales con APP largos. Se relacionó con pesos bajos tanto antes (supl.) como en el momento del parto (supl.), y con ganancias de peso preparto moderadas. Este factor también se relacionó con partos distócicos (supl.).

En la Fig. 2 (factores 1 y 2) y la Fig. 3 (factores 1 y 3) se representan las categorías de las variables sobre los factores principales obtenidos en el AFCM. Las

dos épocas de parto se representaron como categorías suplementarias (Figs. 2 y 3), mostrando en ambas gráficas que el nivel de alimentación preparto en la paridera de otoño tendió a ser más alto que el de la paridera de primavera.

### Tipología de vacas

El análisis Cluster identificó seis grupos de vacas (Figs. 2 y 3) cuyas características principales se relacionan en la Tabla 6. En la Fig. 4 se muestra la representación de las vacas que constituyeron los seis grupos, sobre los factores 1 y 2.

#### Grupo 1. Primíparas (115 individuos)

Este grupo contenía la práctica totalidad de vacas de primer parto. Todos los terneros permanecieron con acceso restringido a sus madres. Los partos distócicos

**Tabla 6.** Características principales de los grupos obtenidos en el Análisis Cluster

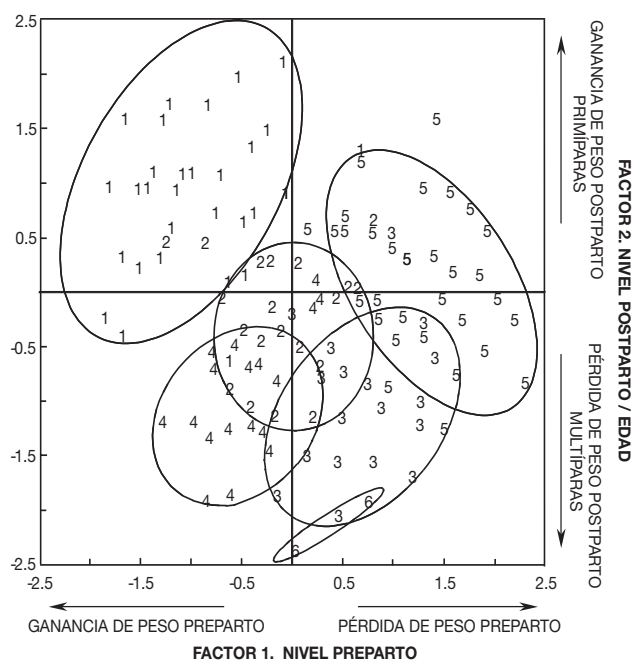
| Variable | Categoría | Grupo 1 (n=115) |     | Grupo 2 (n=165) |    | Grupo 3 (n=54) |     | Grupo 4 (n=71) |     | Grupo 5 (n=139) |     | Grupo 6 (n=5) |     | P  |
|----------|-----------|-----------------|-----|-----------------|----|----------------|-----|----------------|-----|-----------------|-----|---------------|-----|----|
|          |           | n               | %   | n               | %  | n              | %   | n              | %   | n               | %   | n             | %   |    |
| NUPAR*   | primi     | 112             | 97  | 15              | 9  | 0              | 0   | 0              | 0   | 0               | 0   | 0             | 0   | ** |
|          | multi     | 3               | 3   | 150             | 91 | 54             | 100 | 71             | 100 | 139             | 100 | 5             | 100 |    |
| CRÍA*    | AR        | 115             | 100 | 157             | 95 | 18             | 33  | 39             | 55  | 108             | 78  | 0             | 0   | ** |
|          | AL        | 0               | 0   | 8               | 5  | 36             | 67  | 32             | 45  | 31              | 22  | 5             | 100 |    |
| EPOCPA   | primav.   | 70              | 61  | 99              | 60 | 28             | 52  | 6              | 8   | 121             | 87  | 0             | 0   | ** |
|          | otoño     | 45              | 39  | 66              | 40 | 26             | 48  | 65             | 92  | 18              | 13  | 5             | 100 |    |
| RAZA     | PA        | 76              | 66  | 117             | 71 | 47             | 87  | 69             | 97  | 89              | 64  | 5             | 100 | ** |
|          | PI        | 39              | 34  | 48              | 29 | 7              | 13  | 2              | 3   | 50              | 36  | 0             | 0   |    |
| TIPOPA   | 1         | 96              | 83  | 141             | 85 | 49             | 91  | 65             | 92  | 121             | 87  | 5             | 100 | NS |
|          | 2         | 12              | 10  | 20              | 12 | 2              | 4   | 5              | 7   | 15              | 11  | 0             | 0   |    |
|          | 3         | 7               | 6   | 4               | 2  | 3              | 6   | 1              | 1   | 3               | 2   | 0             | 0   |    |

| Variable | Unidad | Media | CV    | Media  | CV     | Media  | CV     | Media  | CV     | Media | CV    | Media  | CV     | P  |
|----------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|----|
| APP*     | d      | 53,8  | 0,6   | 33,1   | 0,5    | 110,5  | 0,4    | 31,0   | 0,5    | 65,6  | 0,8   | 129,4  | 0,2    | ** |
| %PPRE*   | %      | 13,7  | 0,5   | 7,3    | 0,5    | 7,2    | 0,6    | 20,6   | 0,4    | -3,7  | -1,1  | 16,6   | 0,2    | ** |
| %PPOS*   | %      | 2,5   | 1,5   | -1,6   | -1,6   | -3,0   | -1,5   | -5,1   | -1,0   | 2,5   | 1,6   | -9,8   | -0,2   | ** |
| CCP*     |        | 2,77  | 0,11  | 2,63   | 0,10   | 2,48   | 0,10   | 2,75   | 0,10   | 2,34  | 0,10  | 2,58   | 0,05   | ** |
| PPRE     | kg     | 450   | 0,06  | 541    | 0,08   | 538    | 0,10   | 541    | 0,12   | 557   | 0,07  | 476    | 0,06   | ** |
| PPAR     | kg     | 509   | 0,10  | 580    | 0,09   | 577    | 0,10   | 638    | 0,11   | 536   | 0,08  | 556    | 0,08   | ** |
| GMD      | kg     | 0,129 | 1,549 | -0,106 | -1,584 | -0,201 | -1,416 | -0,386 | -1,120 | 0,148 | 1,621 | -0,614 | -0,285 | ** |
| PNT0     | kg     | 39,1  | 0,2   | 43,3   | 0,2    | 44,3   | 0,2    | 45,6   | 0,2    | 42,0  | 0,2   | 41,8   | 0,1    | ** |
| GMDT     | kg     | 0,922 | 0,186 | 0,940  | 0,141  | 0,835  | 0,191  | 0,946  | 0,155  | 0,892 | 0,205 | 0,814  | 0,166  | ** |
| CCPRE    |        | 2,93  | 0,08  | 2,60   | 0,09   | 2,47   | 0,07   | 2,49   | 0,07   | 2,54  | 0,07  | 2,58   | 0,07   | ** |
| CCPOS    |        | 2,71  | 0,09  | 2,47   | 0,11   | 2,49   | 0,07   | 2,55   | 0,11   | 2,45  | 0,12  | 2,47   | 0,06   | ** |

\* Variables activas. \*\* <0,001.





— El número representa el grupo de vacas obtenido en el análisis Cluster.  
 — Cada punto puede representar varias observaciones con idénticas coordenadas.

**Figura 4.** Representación de las vacas ( $n = 549$ ) que constituyeron cada uno de los grupos sobre un espacio bidimensional definido por los factores 1 y 2 del AFCM.

fueron ligeramente más frecuentes en este grupo. En los últimos meses de gestación, los animales ganaron un 13,7% de su peso, llegando al parto con una CC muy alta (2,77); y durante la lactación, ganaron en torno a un 2,5% de su peso. La actividad ovárica del grupo se reanudó 54 días después del parto.

#### Grupo 2. Acceso restringido (165 individuos)

Este grupo se distinguió por el manejo de los terneros en acceso restringido. El porcentaje de vacas con parto en otoño (71%) fue superior al del conjunto de los datos. Las vacas presentaron un aumento moderado de peso en el último tercio de gestación, que se tradujo en una buena CC al parto (2,63). Durante la lactación, estos animales perdieron un 1,6% de su peso al parto, lo que supuso una pérdida diaria de 0,1 kg. El grupo 2 presentó una reactivación ovárica postparto muy temprana (APP=33 días).

#### Grupo 3. Acceso libre-Parda de Montaña (54 individuos)

La práctica totalidad de las vacas de este grupo eran Pardas de Montaña, y la mayor parte de los terneros

permanecieron toda la lactación con acceso libre a sus madres. Este grupo presentó ganancias de peso en la última parte de la gestación, llegando al parto con una CC moderada (2,48). Sin embargo, durante la lactación perdieron un 3% de su peso (0,2 kg/d). Este grupo también se identificó por su prolongado APP (111 días).

#### Grupo 4. Partos de otoño (71 individuos)

Estos animales presentaron la mayor ganancia de peso preparto del análisis (20,6%), y consecuentemente una elevada CC al parto (2,75). Posteriormente, sufrieron una pérdida del 5% de su peso durante la lactación (-0,4 kg/d). La duración del APP fue muy corta (31 días), similar a la del Grupo 2.

#### Grupo 5. Partos de primavera (139 individuos)

Éste fue el único grupo en el que las vacas presentaron pérdidas de peso preparto, reflejándose en la baja CC al parto (2,34). Durante la lactación, los animales alcanzaron una ganancia media diaria de 0,15 kg/d. Las vacas de este grupo presentaron un APP de 66 días.

#### Grupo 6. Casos atípicos (5 individuos)

Los casos atípicos discriminados por el análisis eran cinco vacas múltiparas de raza Parda de Montaña, con los terneros en acceso libre durante toda la lactación. Estas vacas recuperaron un 16,6% de su peso en el último tercio de gestación, presentando una buena CC al parto (2,58). Destacaron, por el contrario, las grandes pérdidas de peso en lactación (0,6 kg/d). El grupo presentó el mayor APP del análisis (129 días).

## Discusión

Este trabajo muestra que el nivel de alimentación preparto, reflejado por la variación de peso preparto y por la CC al parto, es el principal factor de manejo asociado a la duración del APP de las vacas nodrizas, de acuerdo con otros trabajos (Wiltbank *et al.*, 1962; Ducrot *et al.*, 1994; Sanz *et al.*, 2001). La pérdida de peso preparto y la CC al parto baja estuvieron asociadas

a largos APP, factor que explicó el 19% de la inercia total del modelo.

El análisis detectó como segunda fuente de inercia (16,4%) un factor que integró la alimentación postparto y la edad de la vaca, indicando que las vacas primíparas en este estudio presentaron elevadas ganancias de peso durante la lactación, lo que favoreció el reinicio de la ciclicidad en un periodo adecuado. Como consecuencia de la práctica seguida en la explotación, las primíparas permanecieron con el ternero en acceso restringido. La influencia del nivel energético postparto sobre la duración del APP estuvo subordinada al efecto del nivel de alimentación recibido durante el último tercio de gestación, como también indicaron Wright *et al.* (1992). El efecto de la nutrición postparto fue especialmente importante en animales jóvenes, tal y como han apuntado otros trabajos (Grimard *et al.*, 1995). Sin embargo, este análisis evidenció que, en condiciones de alimentación y manejo del ternero adecuados, la duración del APP no supone una limitación importante de cara a obtener buenos resultados reproductivos en vacas primíparas.

El manejo aplicado a los terneros durante la crianza explicó el 13% de la inercia total, constituyendo el tercer factor en importancia del modelo. El acceso libre del ternero a la madre se relacionó con reactivaciones ováricas medias y sobre todo largas, a pesar de que tanto antes como después del parto los animales tendieron a presentar ganancias de peso, como han observado otros autores (San Juan *et al.*, 1994; Stagg *et al.*, 1998). La mayoría de los trabajos realizados al respecto coinciden en señalar un aumento en la liberación pulsátil de LH después del destete del ternero (Whisnant *et al.*, 1985; Rund *et al.*, 1989), o de la restricción del acceso del ternero a la madre (Stagg *et al.*, 1998; Diskin *et al.*, 1999; Sanz *et al.*, 2000), o de la separación del ternero durante 48 horas (Wright *et al.*, 1987). Este trabajo corrobora que la restricción del acceso del ternero a la madre es una técnica sencilla y económica, que facilitará que los animales reinicien la actividad reproductiva de forma temprana.

En la actualidad, el orden de importancia de los efectos de la alimentación y de la crianza sobre la reproducción continúa siendo un tema discutido (Short *et al.*, 1990; Williams *et al.*, 1996; Revilla, 1997; Sinclair *et al.*, 1999). En nuestro trabajo la duración del APP se asoció principalmente a la alimentación preparto y de forma secundaria al manejo del ternero.

Finalmente, la incidencia de distocias (categoría suplementaria) estuvo relacionada con APP prolongados, y con vacas que tendieron a presentar pesos bajos. Como no se detectaron importantes pérdidas de peso, de estos resultados cabrían dos interpretaciones: que las vacas estuvieran aún en fase de crecimiento, o por el contrario, que se tratara de adultas que no llegaron a completar su desarrollo adecuadamente. En otros trabajos también se han descrito diferencias en el rendimiento reproductivo de las vacas asociadas a la incidencia de partos distócicos (Pouilly *et al.*, 1994; Peters, 1996; Ponsart *et al.*, 1996).

En cuanto al mecanismo de acción a través del que las distocias pueden repercutir negativamente en el rendimiento reproductivo de la vaca, diversos autores han implicado a las elevadas concentraciones de prostaglandinas detectadas en sangre (Madej *et al.*, 1984), a un posible efecto de estrés sobre el eje hipotálamo-hipófisis (Dobson y Alam, 1987), como también al sistema opioideo endógeno (Short *et al.*, 1990; Humblot *et al.*, 1996). A pesar de la posible variabilidad individual en la recuperación de un parto distócico, este eje subrayaría la importancia de realizar una recria adecuada, con el propósito de asegurar un futuro reproductivo óptimo en la vaca adulta.

La existencia (Hansen y Hauser, 1983; Robalo *et al.*, 1987) o no (Gonzalez-Stagnaro *et al.*, 1997; Revilla, 1997) de influencias estacionales en la reproducción del ganado vacuno ha sido un tema ampliamente tratado en la bibliografía. En nuestro análisis la época de parto no destacó como un factor importante asociado a la duración del APP de las vacas nodrizas explotadas en zonas extensivas. Es probable que la influencia de la época de parto en el plano reproductivo, al menos en nuestras condiciones de explotación, se deba a diferencias nutricionales o de manejo del rebaño, más que a un efecto de la época en sí. La marcada estacionalidad de los recursos pastorales en las áreas extensivas, junto con el manejo habitual de las explotaciones de montaña podrían haberse reflejado en los pesos de los animales, como describieron Casasús *et al.* (2001). En los partos de primavera, el final de la gestación se realiza durante la estabulación invernal, dependiendo la lactación, la reactivación ovárica y la recuperación de reservas corporales de la estación de pastoreo. En los partos de otoño, por el contrario, tanto la recuperación de reservas corporales como el final de la gestación recaen sobre la estación de pastoreo, centrándose las necesidades de lactación y la reproducción durante la invernada. Esta circunstancia

pudo originar la mayor CC al parto observada en la paridera de otoño respecto a la de primavera.

En ocasiones se han detectado diferencias entre los resultados reproductivos de las razas Parda y Pirenaica (Blasco *et al.*, 1992; San Juan *et al.*, 1994). En el AFCM, la raza no estuvo asociada a la duración del APP, corroborando la ausencia de efecto racial sobre la reactivación ovárica observada en un análisis de los resultados obtenidos a lo largo de 6 años en la finca experimental La Garcipollera, cuando en ambas razas el ternero tuvo acceso restringido a su madre (Revilla, 1997).

El aumento de la frecuencia de amamantamiento, asociado a un retraso en la reactivación ovárica postparto (Williams, 1990), podría desencadenar también un mayor crecimiento del ternero (Osoro y Wright, 1992). En este trabajo ni el peso del ternero al nacimiento, ni su ganancia media diaria estuvieron vinculados a la duración del APP, de acuerdo con el trabajo de Revilla y Blasco (1993). Otros parámetros productivos de la vaca citados en la bibliografía por su posible relación con la reanudación de la actividad ovárica del ganado vacuno, como son el peso y la CC cuatro meses antes del parto (Petit, 1997), el peso al parto (Peters, 1984; Osoro, 1986), o el peso y la CC postparto (Rutter y Randel, 1984) tampoco aparecieron en el AFCM como factores notables asociados a la duración del APP.

Los niveles de alimentación preparto y postparto, el número de parto, el manejo del ternero y la incidencia de partos distócicos explicaron el 59% de la inercia, porcentaje ligeramente superior al referido por Osoro y Wright (1992) en su análisis de la varianza del intervalo entre partos, en el que el día de parto, la CC al parto, la raza y la edad de las vacas explicaron el 42% de la varianza de dicho análisis. De acuerdo con Grimard *et al.* (1995), la variabilidad individual en la respuesta a la restricción alimenticia, a determinado manejo del ternero, a situaciones de estrés, etc., sería un factor a tener en cuenta para interpretar el porcentaje de inercia no explicada en el presente estudio.

Además de los efectos analizados puntualmente en cada ensayo, sería interesante profundizar en un posible efecto de los factores estudiados a lo largo de la vida productiva del animal. En su revisión, Petit (1997) destacó la existencia de un efecto acumulativo del nivel de alimentación a largo plazo, según el cual las vacas mantenidas a niveles moderados de subnutrición durante su vida productiva presentaron un retraso en la reactivación ovárica determinada en

ensayos concretos, aunque resultaron tener una mayor tasa global de fertilidad y longevidad. Por tanto, factores como el manejo del ternero, el nivel alimenticio, o la época de parto practicados en años anteriores podrían actuar sobre los rendimientos reproductivos de las vacas a largo plazo, siendo una fuente de variabilidad de los datos concretos de cada ensayo. A pesar del elevado coste y larga duración de su estudio, sería de gran interés profundizar en este posible efecto acumulativo.

El análisis identificó 5 tipos de vacas diferentes y un pequeño grupo de casos atípicos. La práctica totalidad de las novillas se agruparon en torno a un tipo de vacas, que presentaron ganancias de peso tanto antes como después del parto y que, por cuestiones de manejo, se mantuvieron con los terneros en acceso restringido. Estos animales presentaron un APP de 54 días, estando cíclicos cuando se inició el periodo de cubriciones, a pesar de su condición de primíparas.

El segundo grupo incluyó al 30% de la población de vacas, que se caracterizaron por su CC al parto media-alta (2,63), la permanencia de los terneros en acceso restringido y una reactivación ovárica muy temprana (33 días), pese a que estas vacas presentaron pérdidas de peso durante la lactación (-0,1 kg/d).

El grupo 3, formado esencialmente por vacas de raza Parda de Montaña, se asoció a unos niveles de alimentación ligeramente inferiores a los del tipo 2, con la diferencia de que los terneros, en su mayoría, permanecieron de forma continua con las madres. Este manejo del ternero desencadenó un enorme retraso en la reactivación ovárica postparto (111 días), con una probable reducción de la tasa de fertilidad siguiente, puesto que los animales no estuvieron cíclicos al inicio del periodo de cubriciones. El hecho de que la raza mayoritaria de este grupo fuera la Parda de Montaña confirmaría la hipótesis planteada por este equipo anteriormente (Sanz *et al.*, 1999) de que en situaciones nutricionales moderadas (CC al parto: 2,5) esta raza es más sensible al estímulo del ternero que la raza Pirenaica.

El tipo 4 se ubicó fundamentalmente en la paridera de otoño, de ahí que todas las vacas fueran de raza Parda de Montaña, destacando las mayores ganancias preparto observadas, y que se reflejaron en una elevada CC al parto (2,75). En este caso, no predominó ninguno de los manejos del ternero, por tanto, esta CC podría definir el límite a partir del cual el estímulo de la crianza no suprime la función reproductiva en la raza Parda de Montaña. Estas vacas, al igual que las del gru-

po 2, reiniciaron su actividad ovárica un mes después del parto, incluso con pérdidas de peso próximas a 0,4 kg/d durante el periodo de lactación.

Este grupo confirmaría que el pastoreo estival permite una buena recuperación de reservas corporales en las vacas con parto en otoño (D'hour *et al.*, 1998; Casasús *et al.*, 2001), siendo éste el tipo adecuado para los sistemas de explotación extensivos, en los que las vacas permanecen de forma continua con sus terneros. Este grupo de vacas, además, toleraría una restricción energética durante la lactación permitiendo la reducción de los costes de alimentación, sin que por ello se viera perjudicado el rendimiento reproductivo final del rebaño.

El quinto tipo se correspondió con la paridera de primavera, explicando así el mayor porcentaje de vacas de raza Pirenaica respecto a la media de la población. Este grupo fue el único que sufrió pérdidas de peso durante la gestación, presentando la menor CC al parto del análisis (2,34). Sin embargo, las elevadas ganancias de peso detectadas durante la crianza junto a un manejo adecuado del ternero (acceso restringido) durante la primera fase de la lactación favorecieron la reanudación de la actividad ovárica postparto (día 66 postparto) antes del inicio del periodo de cubriciones. Durante la estación de pastoreo (desde los tres hasta los cinco meses de vida) los terneros permanecieron de forma continua con las vacas, sin que este manejo repercutiera negativamente en el rendimiento reproductivo.

A diferencia de la paridera de otoño, y cuestionando las tradicionalmente admitidas ganancias en estos pastos (Revilla *et al.*, 1991), las vacas con parto en primavera, que suben a puerto con sus terneros, no son capaces de recuperar el peso perdido durante la lactación invernal debido esencialmente a la necesidad de mantener la producción lechera. En este caso, será necesario aportar niveles energéticos elevados durante la lactación siguiente, y practicar un manejo adecuado del ternero. Los resultados de este análisis corroboran la mejor adaptación de los partos de otoño a las condiciones de montaña seca, indicada recientemente por Casasús *et al.* (2001).

Finalmente, el análisis aisló 5 casos de vacas Pardas de Montaña con CC al parto similar a la del tipo 2, aunque con las mayores pérdidas de peso en lactación del análisis. Estas pérdidas añadidas a la permanencia continua del ternero con la madre pudieron desencadenar el gran retraso en la reactivación ovárica postparto de estas vacas (APP=129 días), reduciéndolo

de forma importante las posibilidades de quedar gestante durante el periodo de cubriciones.

En conclusión, la duración del APP estuvo asociada a cuatro factores que explicaron el 59% de la inercia del modelo (Alimentación preparto, Alimentación postparto-Edad, Manejo del ternero y Dificultad al parto). Teniendo en cuenta estos factores, se identificaron cinco grupos de vacas con características productivas y reproductivas diferentes (primíparas, acceso restringido, acceso libre-Parda de Montaña, parto de otoño y parto de primavera). La raza no estuvo relacionada con la duración del APP, aunque el análisis asoció los largos APP inducidos por la crianza libre con la raza Parda de Montaña. En la raza Parda de Montaña, la duración del APP fue mayor en primavera que en otoño debido a diferencias nutricionales más que a un efecto estacional en sí. El parto de otoño se adaptó mejor a las condiciones de montaña seca.

## Implicaciones

De los resultados obtenidos en el trabajo se desprende la importancia de diseñar una estrategia de manejo que permita la correcta alimentación de las vacas, al menos durante el último tercio de gestación, asegurando un rendimiento reproductivo óptimo en los rebaños de vacas nodrizas. La distribución de los gastos alimenticios deberá estar en función del sistema de explotación, de forma que en sistemas extensivos que conllevan la permanencia continua del ternero será necesario concentrar dicho gasto antes del parto para que los animales lleguen al parto con una CC mínima de 2,75 en el caso de la Parda de Montaña y 2,5 en el de la Pirenaica. Sin embargo, en los sistemas de explotación que permitan la manipulación del ternero será factible reducir la alimentación preparto, sin que existan repercusiones importantes en el plano reproductivo, siempre y cuando las pérdidas de peso en lactación no sean acusadas.

Si finalmente no es posible asegurar una adecuada CC al parto será imprescindible, en primer lugar, el aporte de niveles de alimentación elevados durante la lactación y, en segundo lugar, la permanencia restringida del ternero, para conseguir que las vacas estén cíclicas en el periodo de cubriciones y se asegure el ciclo productivo siguiente.

En el caso concreto de las novillas, será preciso un esfuerzo especial para aportar una alimentación ade-

cuada tanto antes como después del parto y, siempre que sea posible, mantener a los terneros en acceso restringido, pautas que permitirán reactivaciones ováricas relativamente tempranas, asegurándose el óptimo desarrollo de las futuras vacas nodrizas.

## Agradecimientos

Al personal de la finca experimental La Garcipollera (A. Bergua, J.M. Acín, M.A. Pueyo, J. Casás y J. Sarasa) por el seguimiento técnico de los trabajos realizados. Trabajo financiado por los proyectos INIA SC94-072 y EC AIR3-CT94-1124, y becas concedidas por los Gobiernos Vasco y Aragonés.

## Referencias bibliográficas

- ALABART J.L., 1990. Introducción al radioinmunoanálisis. Curso de Reproducción Animal, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (España).
- BELLOWS R.A., SHORT R.E., 1978. Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. *J. Anim. Sci.* 46, 1522-1528.
- BLASCO I., REVILLA R., SAN JUAN L., 1992. Alimentación invernal y reproducción en vacuno de montaña. *Bovis* 46, 67-97.
- BLUNTZER J.S., FORREST D.W., HARMS P.G., BEVERLY J.R., LONG C.R., 1989. Effect of suckling manipulation on postpartum reproduction in primiparous Brahman-cross cows. *Theriogenology* 32, 893-899.
- CARRASCO J.L., HERNÁN M.A., 1993. Estadística multivariante en las ciencias de la vida. Fundamentos, métodos y aplicación. Ed. S. L. Ciencia 3. Centro de Investigación Bioestadística. CIBEST 363 pp.
- CASASÚS I., SANZ A., VILLALBA D., BERNUÉS A., FERRER R., REVILLA R., 2001. Variación de peso y aporte energético del pasto en vacas de cría en condiciones de montaña: efecto de la época de parto. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim* 16 (1), 109-125.
- CASASÚS I., VILLALBA D., BLANCH M., SANZ A., FERRER R., REVILLA R., 1999. Cattle and sheep performance during summer grazing on high mountain ranges in extensive production systems. *Opt. Med.* 27, 235-244.
- D'HOOR P., REVILLA R., WRIGHT I.A., 1998. Possible adjustments of suckler herd management to extensive situations. *Ann. Zootech.* 47, 453-463.
- DISKIN M.G., MACKEY D.R., SANZ A., MARONGIU L., QUINTANS G., ROCHE J.F., REVILLA R., MOLLE G., SINCLAIR K.D., 1999. Effects of body condition at calving, post-partum nutrition and calf access on the interval from calving to first ovulation in beef cows: II. Ovarian folliculogenesis and gonadotrophin secretion. *Proc. Br. Soc. Anim. Prod.* 5.
- DOBSON H., ALAM M.G.S., 1987. Preliminary investigations into the endocrine systems of su-fertile cattle; location of a common lesion (rate-limiting step). *J. Endocrinol.* 113, 167-171.
- DUCROT C., GRÖHNY T., HUMBLLOT P., BUGNARD F., SULPICE P., GILBERT R.O., 1994. Postpartum anoestrus in french beef cattle: an epidemiological study. *Theriogenology* 42, 753-764.
- GONZÁLEZ-STAGNARO C., DE LA FUENTE J., MONLEÓN M., YEPES J., VÁSQUEZ PRADA J.A., 1997. Edad al primer parto e intervalo entre partos en vacas Avileña Negra-Ibérica. *I.T.E.A. Vol. Extra* 18, 514-516.
- GRIMARD B., HUMBLLOT P., PONTER A.A., MIALOT J.P., SAUVANT D., THIBIER M., 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 104, 173-179.
- HANSEN P.J., HAUSER E.R., 1983. Genotype X environmental interactions on reproductive traits of bovine females. III. Seasonal variation in postpartum reproduction as influenced by genotype, suckling and dietary regimen. *J. Anim. Sci.* 56, 1362-1369.
- HANSEN P.J., HAUSER E.R., 1984. Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology* 22, 1-14.
- HANSEN P.J., BAIK D.H., RUTLEDGE J.J., HAUSER E.R., 1982. Genotype X environmental interactions on reproductive traits of bovine females. II. Postpartum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level of milk production and parity. *J. Anim. Sci.* 55, 1458-1472.
- HUMBLLOT P., GRIMARD B., RIBON O.V., KHIREDDINE B., DERVISHI V., THIBIER M., 1996. Sources of variation of postpartum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG. *Theriogenology* 46, 1085-1096.
- I.N.R.A., 1978. Alimentation des ruminants. Ed. R. Jarrige. INRA Publications Versailles. 622pp.
- LE NEINDRE P., 1973. Observations sur l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes per la pesée du veau avant et après la tétée. *Ann. Zootech.* 22, 413-422.
- LOWMAN B.G., SCOTT N.A., SOMERVILLE S.H., 1976. Condition scoring suckler cows. *Rev Ed Bulletin East of Scotland College of Agriculture*, No. 6.
- MADEJ A., KINDAHL H., WOYNO W., EDQVIST L.E., STUPNICKI R., 1984. Blood levels of 15-keto-13,14-dihydroprostaglandin F2alpha during the postpartum period in primiparous cows. *Theriogenology* 21, 279-287.
- MANLY B.F.S., 1997. *Multivariate Statistical Methods: a primer.* Chapman & Hall, London, 215 pp.
- OSORO K., 1986. Efecto de las principales variables de manejo sobre los parámetros reproductivos en las vacas de cría. *Investigación Agraria, Producción y Sanidad Animales* 1, 89-111.
- OSORO K., WRIGHT I.A., 1992. The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *J. Anim. Sci.* 70, 1661-1666.

- PELOT J., FONTAUBERT P., CHUPIN D., TERQUI M., 1984. Management of reproduction in cattle: ovarian activity, hormonal treatments and fertility. Reproductive potential of cattle and sheep. *Les Colloques de l'INRA* 27, 55-70.
- PERRY R. C., CORAH L. R., COCHRAN R. C., BEAL W. E., STEVENSON J.S., MINTON J.E., SIMMS D.D., BRETHOUR J.R., 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 69, 3762-3773.
- PETERS A.R., 1984. Reproductive activity of the cow in the post-partum period. 1. Factors affecting the length of the post-partum acyclic period. *Brit. Vet. J.* 140, 76-84.
- PETERS A.R. 1996. Herd management for reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 455-464.
- PETERS A.R., RILEY G.M., 1982. Milk progesterone profiles and factors affecting post partum ovarian activity in beef cows. *Anim. Prod.* 34, 145-153.
- PETIT M., 1997. Environmental and management factors influencing reproduction in the beef cow herd. *I Congresso Iberico Reproducao Animal, Estoril (Portugal)*, 86-113.
- PONSART C., SANAA M., HUMBLLOT P., GRIMARD B., JEANGUYOT N., PONTER A.A., VIEL J.F., MIALOT J.P., 1996. Variation factors of pregnancy rates after oestrus synchronization treatment in French Charolais beef cows. *Vet. Res.* 27, 227-239.
- POUILLY F., VIEL J.F., MIALOT J.P., SANAA M., HUMBLLOT P., DUCROT C., GRIMARD B., 1994. Risk factors for post-partum anoestrus in Charolais beef cows in France. *Prev. Vet. Med.* 18, 305-314.
- REVILLA R., 1997. Manejo de la reproducción en razas autóctonas explotadas en diferentes sistemas de producción. *I Congresso Iberico Reproducao Animal, Estoril (Portugal)*, 66-85.
- REVILLA R., BLASCO I., 1993. Efecto de la nutrición, peso y condición corporal en la reproducción del vacuno de carne. En: *Vacuno de carne en extensivo*. (Ed.). Colección Monografías. Junta de Extremadura (España). 199-237.
- REVILLA R., BLASCO I., SAN JUAN L., 1992. Effect of season (autumn vs. spring) on post-partum anoestrus in beef cows managed under mountain conditions. *Proceedings of the 12th International Congress on Animal Reproduction, The Hague (The Netherlands)*, 2090-2092.
- REVILLA R., PURROY A., GIBON A., 1991. Evolution de l'état corporel dans des troupeaux ovins exploités en zone de montagne. *Opt. Med. - Série Séminaires* 13, 103-108.
- ROBALO J., HORTA A.E.M., VÁSQUES M.I., LEITAO R.M., CLAUDIO D., 1987. The effect of calving season on the duration of postpartum anoestrus in Alentejana beef cows. *38th Annual Meeting of EAAP Lisbon (Portugal)*, 732.
- RUND L.A., LESHIN L.S., THOMPSON F.N., RAMPACEK G.B., KISER T.E., 1989. Influence of the ovary and suckling on luteinizing hormone response to naloxone in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 67, 1527-1531.
- RUTTER L.M., RANDEL R.D., 1984. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58, 265-274.
- SAN JUAN L., REVILLA R., BLASCO I., 1994. La crianza del ternero alarga la duración del anoestro postparto en vacas de cría. *7ª Jornadas Internacionales de Reproducción Animal, Murcia (España)*, 224.
- SANZ A., 2000. Dinámica folicular en vacas nodrizas sometidas a condiciones nutricionales y de manejo del ternero diferentes. Factores de explotación asociados a la duración del anoestro postparto. Tesis doctoral. Dpto. Producción Animal. Universidad de Zaragoza (España), 224 pp.
- SANZ A., CASASÚS I., VILLALBA D., REVILLA R., 1999. Sensibilidad de dos razas de vacas nodrizas al manejo del ternero. *I.T.E.A. Producción Animal Vol. Extra* 20, 639-641.
- SANZ A., CASASÚS I., BERNUÉS A., REVILLA R., 2001. Reinicio de la actividad folicular en vacas nodrizas sometidas a diferentes niveles de alimentación antes y después del parto. *I.T.E.A. Vol. Extra* 22, 727-729.
- SAS, 1989. SAS Institute INC., SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc. 943 pp.
- SAS, 1990. SAS Institute INC., SAS Procedures Guide, Version 6, Third Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc. 705 pp.
- SHORT R.E., BELLOWS R.A., STAIGMILLER R.B., BERRARDINELLI J.G., CUSTER E.E., 1990. Physiological mechanisms controlling anoestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68, 799-816.
- SINCLAIR K.D., MOLLE G., REVILLA R., ROCHE J.F., QUINTANS G., MARONGIU L., SANZ A., MACKAY D. R., DISKIN M.G., 1999. Effects of body condition at calving, post-partum nutrition and calf access on the interval from calving to first ovulation in beef cows: I. Cow performance and metabolism. *Proc. Br. Soc. Anim. Sci.* 4.
- STAGG K., SPICER L.J., SREENAN J.M., ROCHE J.F., DISKIN M.G., 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol. Reprod.* 59, 777-783.
- THIMONIER J., 1978. Ovarian activity in cattle. Methods of study and factors contributing to variation. *Ann. Med. Vet.* 122, 81-92.
- WHISNANT C.S., KISER T.E., THOMPSON F.N., 1985. Effect of calf removal on serum luteinizing hormone and cortisol concentrations in postpartum beef cows. *Theriogenology* 24, 119-129.
- WILLIAMS G.L., 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68, 831-852.

- WILLIAMS G.L., GAZAL O.S., GUZMÁN VEGA G.A., STANKO R.L., 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 289-297.
- WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., GREGORY K.E., KOCH R.M., 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21, 219-225.
- WRIGHT I.A., RHIND S.M., RUSSEL A. J.F., WHYTE T.K., MCBEAN A.J., MCMILLEN S.R., 1987. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Anim. Prod.* 45, 395-402.
- WRIGHT I.A., RHIND S.M., WHYTE T.K., SMITH A.J., 1992. Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 55, 41-46.