

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL CAPRINO DE LECHE EN SISTEMAS INTENSIVOS DE EXPLOTACIÓN

V. Jimeno¹, P. G^a Rebollar¹ y T. Castro²

¹Departamento de Producción Animal. UPM.

²Departamento de Producción Animal. UCM.

1.- INTRODUCCION

El principal valor de la leche de cabra se encuentra relacionado con su transformación quesera. Por lo tanto, la producción de leche (volumen), el contenido proteico (caseínas) y el contenido en materia grasa (perfil de ácidos grasos) de la leche adquieren una especial importancia, ya que influyen en el rendimiento quesero y el tipo de queso producido. Además, para la leche de cabra se ha creado un nicho de mercado dirigido a niños convalecientes y personas alérgicas a otras leches. La leche de cabra es digerida más fácilmente que la de vaca debido al tamaño más pequeño de los glóbulos de grasa y a los diferentes tipos de caseínas que contiene (Haenlein, 2001).

En la actualidad, las recomendaciones nutritivas en alimentación humana están dirigidas a disminuir el consumo de grasas saturadas de origen animal, en particular, las grasas ricas en C_{12:0}, C_{14:0} y C_{16:0} y controlar los ácidos grasos (AG) trans. Al mismo tiempo, se potencia el consumo de AG poliinsaturados (AGPI), con una adecuada relación n-3/n-6, y de algunos isómeros del C_{18:2}, como el ácido linoleico conjugado (CLA) que estimula la respuesta inmunitaria, reduce la frecuencia de enfermedades cardiovasculares y de algunos cánceres (Schmidely y Sauvant, 2001). La leche de cabra es rica en AG de cadena corta (C₆ – C₁₀) esterificados en la posición 3 de la molécula de glicerol, AG menores iso y anteiso ramificados y AG de cadena C₈ con grupos metil y etil responsables del sabor y olor de la leche y los quesos de cabra. Los AG monoinsaturados trans C₁₈ están en menor proporción que en la leche de vaca, mientras que su contenido en CLA es similar (Alonso et al., 1999).

Se estima una producción mundial de leche de cabra de cerca de 12,2 millones de toneladas, a partir de un censo aproximado de 700 millones de animales (FAO, 1998). En Europa este censo es de 16 millones de cabras y la producción de 1,8 millones de toneladas

(un 2% de los efectivos y un 15% de la producción mundial). Durante los últimos 20 años, se ha observado un enorme incremento (52%) en el censo de cabras a nivel mundial, en paralelo a un aumento de la población del 33% (Haenlein, 2001), lo que demuestra un creciente interés por incrementar las producciones de leche de cabra. Dentro de la UE, son los países del área Mediterránea: Grecia, España, Francia, e Italia, aquellos en los que la leche de cabra tiene una significativa importancia económica en el contexto del mercado de los productos lácteos (cuadro 1).

Cuadro 1.- Producción total de leche en el mundo, producción de leche de cabra, censo de animales, rendimiento lechero y consumo de leche (Boyazoblu y Morand-Fehr, 2001; Haenlein, 2001).

País	Total leche (10 ⁶ t)	Total leche cabra (10 ⁶ t)	Leche de cabra sobre el total de leche producida en el país (%)	Número de cabras (10 ⁶ cabezas)	Rendimiento lechero (Kg leche/cabra y año)	Consumo leche y prod. lácteos (kg/pers./año)
Mundo		12,4	-	700		-
Francia	550	0,492	2	1,2	400	457
Grecia		0,460	26	5,9	78	178
España		0,350	7	2,9	121	167
Italia		0,150	1	1,3	115	194

En comparación con el resto de los países del área Mediterránea, destaca Francia por el elevado consumo de leche y derivados lácteos ligado a su tradicional y amplia variedad de quesos, así como por el alto rendimiento lechero obtenido. Este último índice, estimado como la relación del censo con la producción de leche, pone de manifiesto la predominancia en Francia de sistemas intensivos de explotación, con rebaños especializados de razas selectas muy productivas, frente a la explotación mixta leche-carne en sistemas semi-extensivos en el resto de países. En España, no obstante, la tendencia observada desde hace varios años es hacia la intensificación (Falagan et al., 1995; Castel et al., 2003), concentrándose la producción de leche en el Sur de la Península e Islas Canarias, especialmente en las costas. En función del nivel de intensificación de las explotaciones españolas, el rendimiento de leche producida y la duración de la lactación son muy variables, incluso dentro de una misma raza, oscilando entre 200-600 kg de media en lactaciones de 100-240 días.

Los sistemas intensivos de producción de leche en el ganado caprino lechero requieren la explotación de animales con un elevado potencial de producción (Murciano-granadina, Granadina, Malagueña, Agrupación Canaria o de razas foráneas como Alpina, Saanen, Anglo-Nubian, Toggenburg, etc), y llevar a cabo relativamente altas inversiones en alojamientos, equipos, sistemas de ordeño, asesoría técnica, que permitan obtener elevadas producciones. En

estos sistemas, los costes de alimentación (55-75%) representan la parte principal de los costes totales de producción (Hadjipanayiotou y Morand-Fehr, 1991).

2.- BASES DEL RACIONAMIENTO DEL CAPRINO DE LECHE

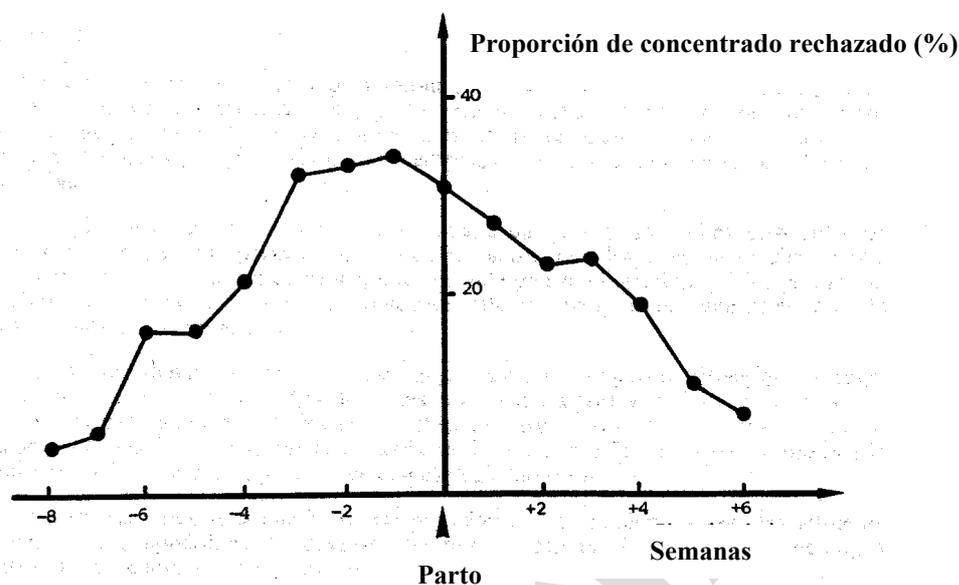
Las diferencias evolutivas entre especies en su adaptación medioambiental han determinado ciertas características distintivas entre el ganado caprino, ovino y bovino, algunas de las cuales se exponen en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Comparaciones relativas entre cabras, ovejas y vacas en su adaptación medioambiental (Haenlein, 2001).

	CABRAS	OVEJAS	VACAS
Hábito alimenticio	Ramoneo	Pastoreo	Pastoreo
Preferencia de forraje	Selectivo	No selectivo	No selectivo
Velocidad de digestión	Rápida	Intermedia	Lenta
Uso alimentos de mala calidad	Mejor	Bien	Peor
Distocias	Pequeña	Mucha	Mucha
Facilidad para la IA	Menor	Menor	Mucha
Pubertad	Jóven	Jóven	Adulta
Intervalo generacional	1 año	1 año	3 años
Prolificidad	1,6	1,1	1,0
Tolerancia al calor	Mayor	Media	Menor
Tolerancia al frío	Menor	Mayor	Mayor
Tolerancia a la humedad	Menor	Mayor	Mayor
PL/tamaño	Alta	Baja	Media
Lactación	Larga	Corta	Larga
Eficiencia lechera	Alta	Baja	Alta

El criterio esencial que distingue a la cabra de otros rumiantes es su **comportamiento alimentario** que revela una gran capacidad selectiva frente a los componentes de la dieta, en especial, respecto a los forrajes. Las cabras muestran un interés mayor por las fracciones ricas en proteína que sobre las que contienen un elevado porcentaje de fibra o celulosa (Masson et al., 1991). Así, en los ensilados buscan granos y en las alfalfas buscan las hojas, dejando los tallos y las partes más molidas o pulverulentas. Este comportamiento selectivo para los forrajes disminuye con el picado (reducción del tamaño) de los mismos y cuando aumenta la proporción de concentrados en la dieta. Para los concentrados, el porcentaje de rechazos es mayor durante la fase final de gestación e inicio de lactación (Morand-Fehr et al., 1991; Figura 1), por lo que resulta adecuado durante estos periodos aumentar la densidad energética (DE) del pienso o del concentrado).

Figura 1.- Variación en las cantidades de concentrado rechazado alrededor del parto (Morand-Fehr et al., 1991)



Si la dieta se suministra en forma de raciones totalmente mezcladas o raciones *Unifeed*, el comportamiento selectivo de la cabra frente a la dieta se reduce con respecto a un sistema de alimentación separada (Carasso et al., 1988). En raciones *Unifeed* se deben evitar las materias primas que favorecen la formación de finos y controlar la proporción de partículas de tamaño muy pequeño (<1 mm), ya que éstas son poco apreciadas por las cabras (Rubert-Alemán et al., 2000; cuadro 3).

En mayor medida que otros rumiantes, las cabras reducen el consumo con la distribución de un nuevo forraje o concentrado, por lo que es recomendable hacer los cambios de dietas lenta y progresivamente a fin de evitar caídas pronunciadas del consumo voluntario.

Debido a su comportamiento selectivo, las cabras generalmente gastan más tiempo comiendo y menos rumiando que las ovejas para un mismo nivel de alimentación (Domingue et al., 1991), si bien las diferencias se reducen al aumentar el porcentaje de concentrado de las dietas. Cuando las dietas resultan palatables y apetecibles, la duración de las comidas principales aumenta mientras que la de las comidas secundarias disminuye y, en consecuencia, mejora la CI. No obstante, las cabras parecen mostrar cierta capacidad de adaptación, en función de la velocidad de degradación del concentrado, para reducir el riesgo de acidosis, aumentando el número de comidas secundarias al disminuir la relación Forraje:Concentrado (F:C) de la dieta, especialmente en raciones con ratios F:C muy bajos (30:70) (Abijaoudé et al., 2000; cuadro 4).

Cuadro 3.- Ingestión voluntaria de una ración completa por cabras Murciano-Granadina en función de la cantidad ofrecida y distribución del tamaño de partículas en el alimento rechazado (Rubert-Alemán et al., 2000).

Cantidad ofrecida		2 kg/d	3 kg/d	4 kg/d
Consumo voluntario (kg MS/d)		1,46 ^a	1,57 ^b	1,55 ^b
Rechazos (kg MS/d)		0,33 ^a	1,11 ^b	2,02 ^c
Tamaño partículas, %	<i>Mezcla original</i>			
> 3,5 mm	46,8 ^c	11,8 ^a	23,9 ^b	25,4 ^b
2 < Ø < 3,5 mm	27,5 ^c	15,0 ^a	20,4 ^b	27,2 ^b
1,2 < Ø < 2 mm	4,8	6,4	7,8	7,2
1 < Ø < 1,2 mm	4,7 ^a	10,7 ^b	10,5 ^a	9,0 ^b
< 1mm	16,2 ^a	55,7 ^c	37,5 ^b	31,3 ^b

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05)

Cuadro 4.- Efecto de la relación F:C y de la velocidad de degradación sobre el consumo y las características de las comidas en cabras de leche recibiendo raciones completas (Abijaoudé et al., 2000)

RELACIÓN F:C	30:70		70:30	
CONCENTRADO	Cebada	Maíz	Cebada	Maíz
Consumo total (kg MS/d)	2,2 ^a	2,0 ^b	2,2 ^a	2,0 ^b
<i>Comidas principales</i>				
Consumo total (kg MS/d)	1,36 ^a	1,17 ^b	1,36 ^a	1,36 ^a
Duración (min/d)	108 ^b	96 ^b	150 ^a	156 ^a
<i>Comidas secundarias</i>				
Consumo total (kg MS/d)	0,84 ^{ab}	0,88 ^a	0,83 ^{ab}	0,70 ^b
Número comidas/d	6,4 ^a	6,0 ^a	5,2 ^{ab}	4,6 ^b
Duración (min/d)	204 ^b	194 ^b	328 ^a	278 ^a

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05)

Las estrategias para el racionamiento práctico del caprino de leche son similares a las del ovino y vacuno de leche. En los sistemas intensivos (también en los extensivos) de producción de leche de cabra, los programas de alimentación se diseñan para mantener a los animales en una continua buena **condición corporal** o estado corporal (CC). La CC de las cabras puede ser utilizada como un indicador para valorar el nivel de reservas lípidicas corporales (Russel et al., 1969; Santucci et al., 1991). A partir del conocimiento de la CC del

rebaño, podemos establecer las diferentes estrategias de alimentación durante el ciclo productivo, que nos permitan maximizar los rendimientos productivos.

Santucci y Maestrini (1985) desarrollaron un método para la valoración de la CC en cabras usando una escala que va de 0 a 5. La CC de un animal se obtiene mediante la palpación de dos regiones anatómicas: el esternón y las vértebras lumbares, ya que la grasa esternal es la única grasa subcutánea que puede ser distinguida por palpación en cabras. Estos autores, aseguran que personas con un adecuado entrenamiento son capaces de valorar 0,25 puntos de CC, aunque a nivel práctico resulta suficiente con distinguir 0,5 puntos. Utilizando este método de valoración, las recomendaciones que proponemos para la puntuación de CC en las distintas fases del ciclo productivo en cabras, serían similares a las de ovejas lecheras (cuadro 5).

Cuadro 5.- Recomendaciones prácticas de CC según el ciclo productivo de la cabra.

	CC
Ultima fase de gestación	3,5-4
Parto	3,5-4
4-6 semanas postparto	2,5-3 (valores mínimos)
Cubrición	3,0-3,5
Corderas recria	3-4

Elaboración propia a partir de Santucci y Maestrini (1985).

A nivel de campo, la valoración de la CC por palpación es la medida más sencilla para valorar el estado de carnes del animal. Otros indicadores, como determinados parámetros bioquímicos: concentración plasmática de AGNE y la proporción de AG C18 en la grasa láctea, pueden también ser utilizados para valorar las reservas lipídicas corporales.

En cabras lecheras, y a lo largo del ciclo de producción, se constata una relación negativa muy clara entre el estado corporal y la cantidad de leche producida. El estado de carnes en torno al periodo de cubrición, en rebaños extensivos, puede servir para interpretar las causas de infertilidad observadas.

3.- FASES PRODUCTIVAS Y ORGANIZACION DEL REBAÑO POR LOTES

Como para el resto de especies lecheras explotadas bajo sistemas intensivos de producción, los programas de alimentación en ganado caprino de leche han de apoyarse en el adecuado conocimiento de las necesidades nutritivas de los animales, en una correcta estimación del valor nutritivo de los alimentos que se incorporan en las dietas y en una precisa formulación de las raciones que se destinan a cada grupo de animales. Uno de los principales objetivos que se pretende alcanzar mediante el programa de alimentación, es el de optimizar la condición corporal (CC) de las cabras en cada fase del ciclo productivo. Para ello, conviene

organizar a los animales por lotes de producción, basados en el nivel de producción y en la CC de las cabras.

En la formulación de dietas para caprino lechero un aspecto clave a considerar son las variaciones de la **capacidad de ingestión (CI)** o del consumo voluntario de alimentos a lo largo del ciclo productivo, ya que el consumo de energía es el principal factor limitante del nivel de producción de leche. La capacidad de ingestión depende de numerosos factores que es preciso identificar y cuantificar de manera correcta para conseguir un buen manejo de la alimentación. Los datos disponibles en la bibliografía sobre CI para cabras lecheras de alta producción son escasos y presentan una enorme variación, con valores que oscilan entre 1,6 hasta el 6,8 % del peso vivo (PV) del animal o desde 47,1 hasta 180 g MS/kg $P^{0,75}$.

Durante la última fase de gestación, 6-8 semanas antes del parto, el consumo de alimentos por parte de las cabras cobra una enorme importancia dada su mayor prolificidad comparada con ovejas y vacas. La CI de las cabras durante la fase final de gestación disminuye continuamente (con relación a su peso), especialmente en las 2 últimas semanas de gestación, situándose en los valores mínimos de todo el ciclo productivo. Esta disminución en la CI durante el parto es consecuencia principalmente de una reducción en el volumen ruminal, provocada por el crecimiento de los fetos en el interior de la cavidad abdominal. Si se comparan cabras gestantes, durante las 2 últimas semanas a igualdad de peso y en el mismo estado de gestación, la disminución de la CI es más pronunciada en aquellos animales que son más prolíficos. Un exceso de CC en esta fase puede acentuar este efecto negativo sobre la CI.

La CI aumenta justo después del parto, hasta alcanzar un máximo hacia las 6-10 semanas postparto. Este incremento no es lineal y durante las 4 primeras semanas la CI es de un 72, 83, 90 y 95% del valor máximo que debería alcanzar el animal para cubrir sus necesidades nutritivas. Una vez alcanzado este valor máximo, la CI disminuye casi linealmente a una tasa media de aproximadamente, 25 g /semana (Sauvant et al., 1991). Para un mismo PV y producción de leche, una disminución en la CI en inicio de lactación conlleva un mayor nivel de lipomovilización corporal. Durante el periodo de lactación, más de la mitad de la variación de la CI se puede explicar por variaciones en la producción de leche y entre el 10-30% por las diferencias en el peso vivo.

En inicio de lactación (IL), las variaciones en la CI se encuentran más relacionadas con la producción de leche y de lactosa que con la producción de leche corregida en grasa (LCG o FCM) (Sauvant et al., 1991). Estos autores proponen la siguiente ecuación de predicción para la CI en inicio de lactación, que está basada sobre 2.067 medias semanales, medidas diariamente, durante las 8 primeras semanas de lactación.

$$CI = 164,7 + 368,6 PL + 34,8 P^{0,75} \quad (n = 2.067; R = 0,79; ETR = 299 \text{ g})$$

La CI está expresada en g/día, PL es la producción de leche sin corregir expresada en kg/día y el $P^{0,75}$ (peso metabólico) se expresa en kg. Los valores medios para estas tres variables fueron: $CI = 2.116 \pm 485 \text{ g/d}$, $PL = 3,30 \pm 0,96 \text{ kg/d}$ y $P^{0,75} = 20,75 \pm 2,09 \text{ kg}$.

Para la fase descendente de la lactación proponen otra ecuación, en la que los autores indican que responde con la misma precisión cuando se considera la producción de leche bruta o la corregida al 3,5% en grasa. Dicha ecuación está basada en 204 medias semanales, medidas diariamente, desde las 8 a las 19 semanas de la fase descendente de lactación.

$$CI = 507,4 + 303,8 PL + 12,8 PV + 0,171 GMS \quad (n = 204; R = 0,94; ETR = 138 \text{ g})$$

La CI está expresada en g/día, PL es la producción de leche expresada en kg/día, PV es el peso vivo expresado en kg y GMS es la variación de peso vivo semanal expresado en g/semana. Cuando no se tiene en cuenta la GMS, la ecuación a aplicar es la siguiente:

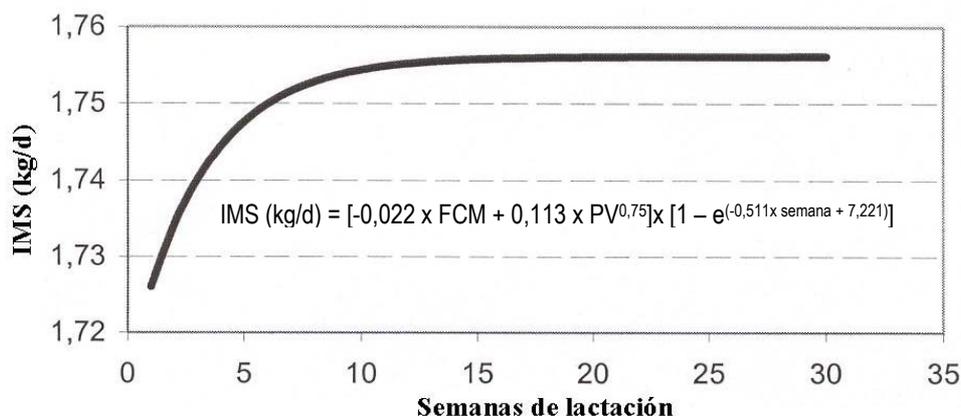
$$CI = 533 + 305,2 PL + 13,3 PV \quad (n = 204; R = 0,93; ETR = 141 \text{ g})$$

En las cabritas de recría, la CI aumenta a medida que aumenta el peso vivo del animal. Las primíparas tienen una CI ligeramente menor que las cabras adultas debido a su menor tamaño corporal. Hadjipanayiotou et al. (1991), proponen la siguiente relación para el cálculo de la CI en las cabritas de recría:

$$CI = 80 \text{ g MS} / \text{kg P}^{0,75}$$

Recientemente, Fernández et al. (2003) evaluaron el modelo de estimación de la CI propuesto por el NRC (2201) para vacuno de leche, en cabras Murciano-Granadina recibiendo raciones completas durante un periodo de lactación de 5 meses. La ecuación obtenida (figura 2) describe satisfactoriamente la evolución del consumo de materia seca durante la lactación en condiciones comerciales de explotación (cabras de 40 kg PV y 2 kg de FCM/d).

Figura 2.- Evolución del consumo de materia seca predicho por el modelo del NRC (2001) adaptado para cabras lecheras (2 kg FCM; 40 kg PV) (Fernández et al., 2003).



Además de factores relacionados con el animal y el nivel de producción, la CI también depende de la calidad de los forrajes que se incorporen a la dieta y de la relación forraje/concentrado (F/C). En este sentido, es importante tener en cuenta a la hora de distribuir la ración un nivel de rechazos de entre el 10-15% (en sistemas intensivos) ya que, como consecuencia del comportamiento selectivo de la cabra, el nivel de rechazos permitido influye significativamente sobre la ingestibilidad y digestibilidad de los alimentos incluidos en la dieta (Morand-Fehr et al., 1978; Giger et al., 1987).

4.- NECESIDADES NUTRITIVAS Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

La CI y las necesidades nutritivas de las cabras lecheras de alta producción varían de forma importante a lo largo de su ciclo productivo, entre 1 y 2,5 veces para la CI, de 1 a 4 para la energía (UFL) y el fósforo (P) y de 1 a 6 veces para la proteína (PDI) y el calcio (Ca) (Morand-Fehr y Sauvant, 1988). Durante la fase de parto e inicio de lactación, momentos críticos del ciclo de producción en los que las necesidades nutritivas son más elevadas, es necesario formular raciones con valores elevados en densidad energética y proteica.

4.1. Última fase de gestación o parto

Como en el resto de los animales rumiantes, los dos últimos meses de gestación son uno de los períodos más críticos del ciclo de producción de la cabra de leche de alta producción. Durante esta fase, la alimentación juega un papel fundamental, a corto plazo, sobre la salud del animal y, a medio plazo, sobre el rendimiento en la siguiente lactación. Una subalimentación al final de gestación conducirá a una mayor movilización de las reservas corporales que va a comprometer seriamente la salud del animal y sus posteriores rendimientos; mientras que una sobrealimentación dará lugar a un exceso de reservas lipídicas (menor volumen ruminal) lo que conllevará una disminución de la CI, y un mayor riesgo de padecer toxemia de gestación. Los efectos combinados de una depresión en la CI y la alta demanda de nutrientes por parte de los fetos durante la fase final de gestación, pueden incrementar el riesgo de cetosis en cabras lecheras con elevada prolificidad (Landau et al., 1997). Por tanto, durante este periodo de parto debemos evitar tanto un defecto como un exceso en la alimentación (defecto o exceso de CC).

Hadjipanayiotou y Morand-Fehr (1991) proponen que una buena dieta para cabras lecheras en última fase de gestación debería aportar entre 2,5 – 2,75 Mcal de EM/kg MS y entre 120-140 g de PB/kg MS. Para conseguir estos aportes energéticos y proteicos con la dieta de parto, las formulas deben incluir forrajes con una alta palatabilidad (leguminosas) y de excelente calidad, esto es con altas digestibilidades de la materia orgánica (dMO), y niveles adecuados de concentrados en la dieta (F/C = 40/60).

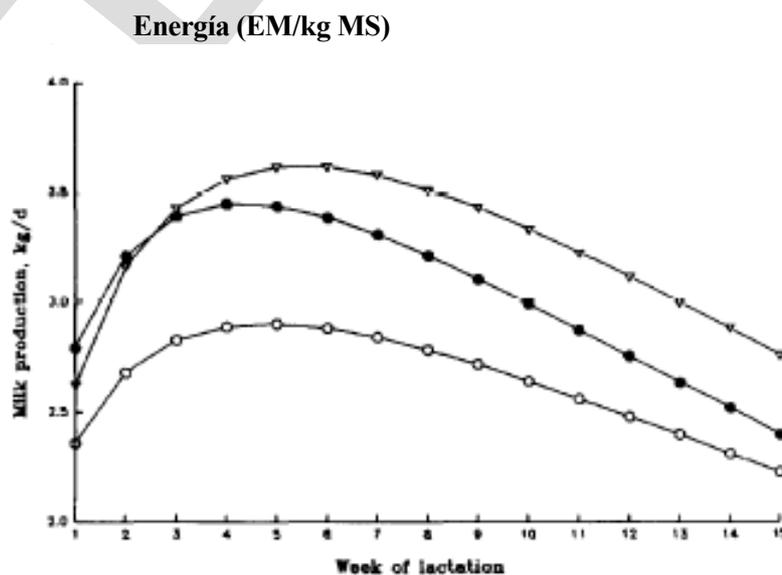
Sahlu et al. (1995) estudiaron la influencia de tres dietas de parto para cabras Alpinas, con tres niveles de PB (8,5, 11,5 y 14,5% MS) y de EM (1,8, 2,16 y 2,53 Mcal/kg MS) sobre la variación del PV (en parto), la prolificidad y el rendimiento en PL de la siguiente lactación. La PL y la TB aumentaron linealmente como respuesta a la concentración

energética de la dieta de preparto (Figura 3), mientras que la PL y la ganancia de peso en preparto aumentaron cuadráticamente en respuesta al contenido proteico de la dieta (2,59, 3,26 y 3,07 kg/d para 8,5, 11,5 14,5% PB, respectivamente). Aunque en este trabajo no se observó efecto significativo alguno de los niveles de proteína y energía de la dieta sobre la prolificidad, peso de la camada y duración de la gestación, resultados de trabajos anteriores (Sahlu et al., 1992) mostraron que dietas de preparto con el 9% de PB dieron lugar a una disminución en la prolificidad comparadas con raciones que contenían el 11 y el 14,3 % de PB. Igualmente, estos autores señalan que el peso del cabrito al nacimiento es menos sensible a la nutrición de preparto, que el de los corderos, en los que una restricción en el nivel de energía o proteína de la dieta de preparto puede reducir el peso del cordero al nacimiento entre un 20 y un 30 %.

La formulación de dietas con elevada densidad energética, requiere aumentar el aporte de concentrado ricos en almidón altamente degradable que puede ser complementado con la adición de grasas. La suplementación con cereales aumenta la producción de propiónico en el rumen y, por tanto, la síntesis de glucosa, de la que es su principal precursor metabólico. De este modo, se logra un equilibrio en la dieta para satisfacer el incremento de las necesidades en glucosa ligadas al crecimiento fetal.

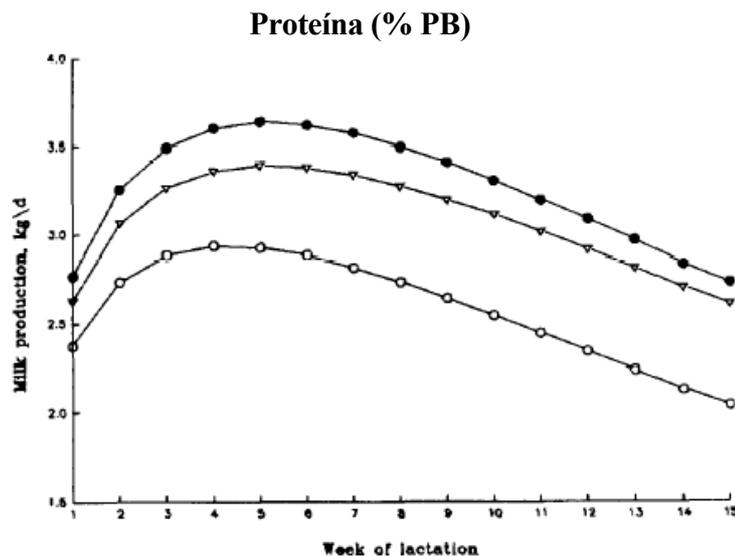
En teoría, puesto que en la práctica no existe suficiente información, la inclusión en la dieta de cabras en preparto de fuentes proteicas no degradables en el rumen debería mostrar un resultado beneficioso durante este periodo. En este sentido, Morand-Fehr y Sauvant (1988) recomiendan introducir en el concentrado de preparto una fuente nitrogenada rica en proteína no degradable (PDIA) para amortiguar el posible descenso en la síntesis de proteína microbiana, como consecuencia de una disminución en la cantidad de energía ingerida.

Figura 3.- Efecto del nivel de energía y proteína de las dietas de cabras Alpinas sobre la producción de leche (Sahlu et al., 1995).



[1,8 (o), 2,16 (●) y 2,53 (Δ) Mcal EM/kg MS].

$r^2 = 0,891, 0,888$ y $0,922$, respectivamente para el 1,8, 2,16 y 2,53 Mcal EM/kg MS



[8,5 (o), 11,5 (●) y 14,5 (Δ) % PB].

$r^2 = 0,890, 0,912$ y $0,903$, respectivamente para el 8,5, 11,5 y 14,5 % PB

En el cuadro 6 se muestran las recomendaciones nutritivas para la formulación de dietas para cabras en gestación, elaboradas a partir de datos del NRC (1981), INRA (1988) y AFRC (1998).

Cuadro 6.- Recomendaciones nutritivas para cabras en final de lactación y gestación¹ (PV= 45 kg; Pc= 5-6 kg; Prolificidad= 190%)

Nutrientes	Final de lactación (2º tercio gestación)	Último tercio de gestación
MS (kg/d)	1,60	1,15
UFI/d	1,39	1,10
DER (UFI/kg MS)	0,86	0,95
PB %	14	12-14
PDI (g/d) (mín)	140	125
PDIA (% PDI)	-	45 %
DP (g PDI/kg MS)	87	109
PDI/UFL	100	114
CNF (mín-máx), %	30-40	30-42
FB (mín), %	19	17
FAD (mín), %	22	20
FND (mín-máx), %	28-45	27-45
GB o EE (mín-máx), %	2,5-6,0	2,5-7,0
Ca (g/d) (mín)	10,4	8,7
P (g/d) (mín)	4,4	3,9
Mg (g/d) (mín)	2,0	1,3
Forraje/Concentrado (mín.)	50/50	40/60

¹Elaboradas a partir del NRC (1981), INRA (1988) y AFRC (1998).

Para la estimación de los requerimientos en Ca, P y Mg se han seguido las recomendaciones dadas por Meschy (2002), teniendo en cuenta las necesidades fisiológicas netas (mantenimiento, crecimiento, gestación y producción de leche) junto al coeficiente de absorción real (CAR) para cada elemento mineral, y considerando un margen de seguridad del 10%.

La toxemia de gestación es una patología que presenta una elevada incidencia en cabras, cerca del 25% de los animales la padecen, se da tanto en la fase final de gestación como en la primera semana de lactación, asociada al tamaño de la camada y a la alta PL. Durante la fase de parto tiene lugar un aumento de la lipomovilización corporal, como consecuencia del incremento en la demanda fetal de energía y glucosa, al mismo tiempo que se produce una reducción en la glucogénesis por la disminución en la CI, lo que favorece la cetogénesis. En inicio de lactación, la secreción de lactosa conlleva una fuerte demanda de glucosa por parte de la glándula mamaria que, si coincide con un balance energético negativo (BEN) superior al fisiológico, puede inducir la cetogénesis (Sauvant et al., 1991). Se recomienda controlar la CC de las cabras en cola de lactación, evitando el sobreengrasamiento de los animales que podría favorecer la aparición de toxemias.

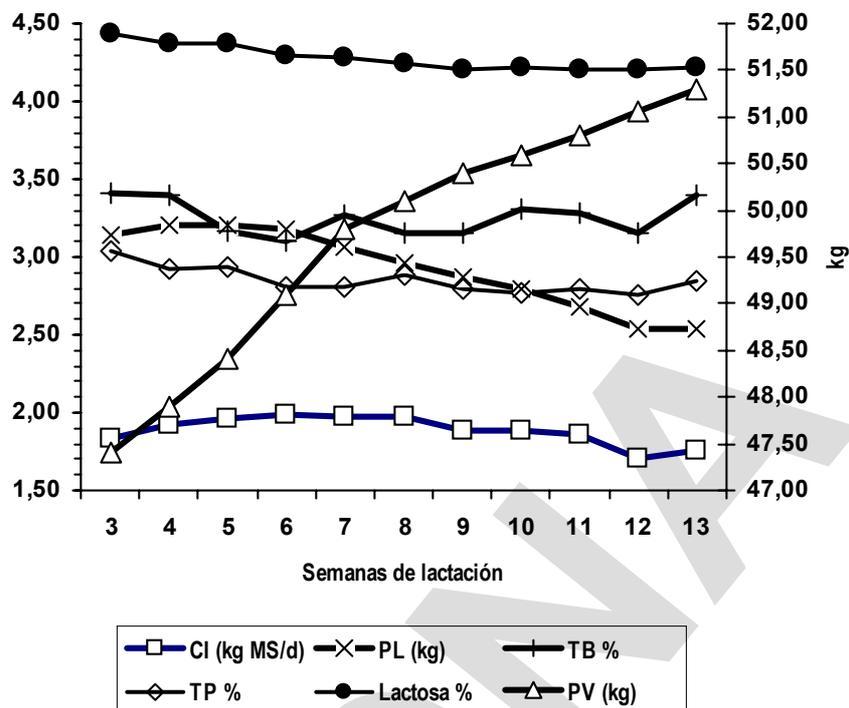
4.2.- Inicio de lactación

El ciclo de lactación de la cabra de leche es bastante parecido al de la vaca lechera. Durante la fase de inicio de lactación, la producción de leche (PL) aumenta continuamente desde el parto hasta las 4 o 6 semanas postparto, momento en el que se suele alcanzar el pico de producción (máxima producción diaria). Durante este periodo la CI aumenta, aunque lo hace de forma más lenta que la producción de leche, alcanzando un máximo en torno a las 8 semanas postparto. Como consecuencia de este desfase entre la PL y la CI, la cabra sufre una rápida pérdida de peso que se mantiene hasta cerca de las 6 semanas postparto. Por lo tanto, durante las semanas iniciales del ciclo de lactación, las cabras experimentan un periodo de balance energético y proteico negativo.

Tras el parto, el contenido en grasa de la leche de cabra es bastante alto, para luego ir disminuyendo a medida que avanza la lactación. Esto se explica, por una parte, por el efecto de dilución debido al incremento en la PL hasta alcanzar el pico de producción, y por otra, por la disminución en la lipomovilización corporal que hace que disminuya la concentración plasmática de ácidos grasos no esterificados (AGNE), especialmente los C18, utilizados para la síntesis de grasa láctea en la glándula mamaria (figura 4).

La alimentación de las cabras en inicio de lactación cobra un especial interés, ya que el balance energético negativo (BEN) durante esta fase provoca una importante movilización de sus reservas energéticas, principalmente del tejido adiposo. Además, como consecuencia del incremento en la producción de leche, este fenómeno se intensifica. Durante este periodo, más de la mitad de la grasa de la leche producida puede ser sintetizada a partir de los procesos de lipomovilización corporal (Sauvant y Morand-Fehr, 1991).

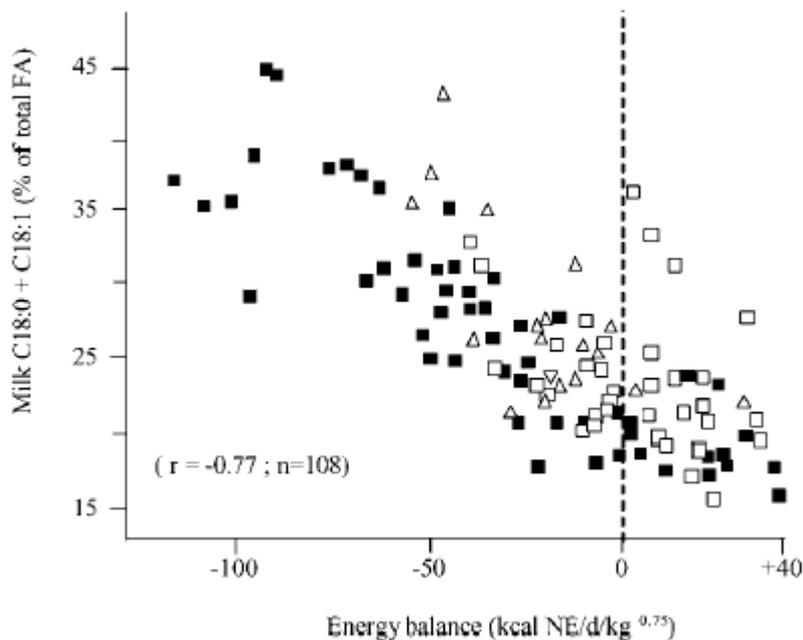
Figura 4.- Evolución de la CI, PL, TB, TP, lactosa y PV durante la fase de IL en cabras Alpinas de alta producción (Brown-Growder et al., 2001).



El principal problema que tienen las cabras de alta producción con relación a la nutrición energética es la gluconeogénesis, provocada por una excesiva lipomovilización corporal. Chilliard et al., (2003) demostraron la existencia de una alta correlación entre el balance energético y el porcentaje de ácidos grasos con más de 18 átomos de carbono en la leche (figura 5). En dicho trabajo se obtuvieron las siguientes correlaciones [C18+C18:1(%) en leche vs balance energético, $r = -0,77$]; [contenido en grasa de la leche vs contenido plasmático de AGNE, $r = 0,46$] y [contenido en grasa en la leche vs C18:1(%) en leche, $r = 0,47$].

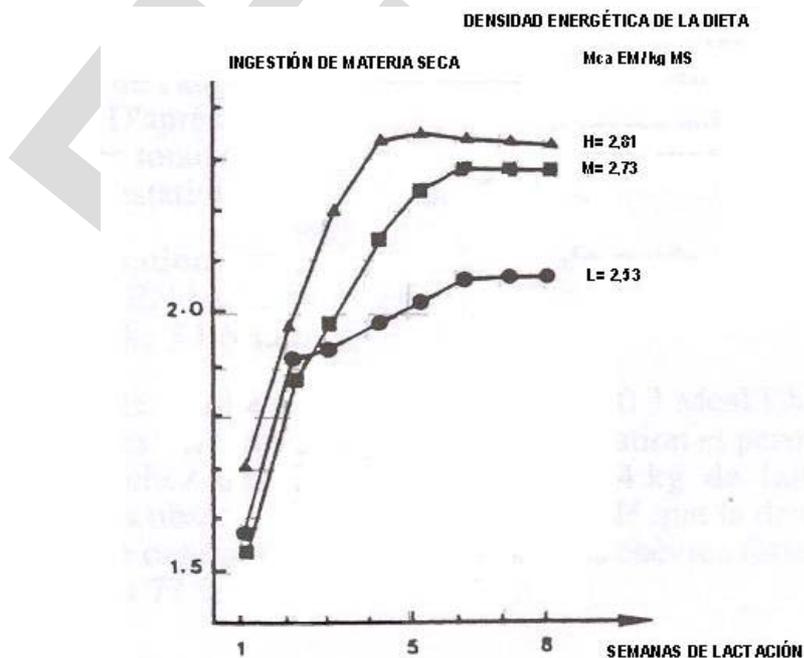
Para controlar el nivel de movilización de las reservas lipídicas es necesario prestar especial atención a la densidad energética de la dieta (DER). Sauvant y Morand-Fehr (1991) demostraron que tanto la concentración plasmática de AGNE como el porcentaje de C18 en la grasa láctea, parámetros utilizados como indicadores del nivel de lipomovilización en IL en cabras, disminuían al pasar de una dieta con una DER de 2,53 hasta otra de 2,81 Mcal EM/kg MS, al mismo tiempo que el consumo de materia seca (CI) aumentaba (figura 6). En las dietas diseñadas para la fase de inicio de lactación en cabras de alta producción, estos autores recomiendan una DER de 2,8 Mcal EM/kg MS y una dMO del 77% y estiman que, por cada unidad de mejoría en la dMO, la CI podría aumentar en 100 g/día permitiendo un mejor control del BEN.

Figura 5.- Balance energético en cabras y AG de cadena larga en la leche (a partir de Chilliard, 1985 y Chilliard et al., 1987).



El contenido en grasa de la leche y la composición en AG fue estudiada en 108 muestras a partir de 19 cabras Alpinas, que recibían heno de alfalfa y concentrado, entre la semana 1 y 18 de lactación; ■ = lactación normal después del parto (10 cabras); ▲ = lactación después de un aborto (4 cabras); □ = lactación inducida hormonalmente en cabras no gestantes (5 cabras).

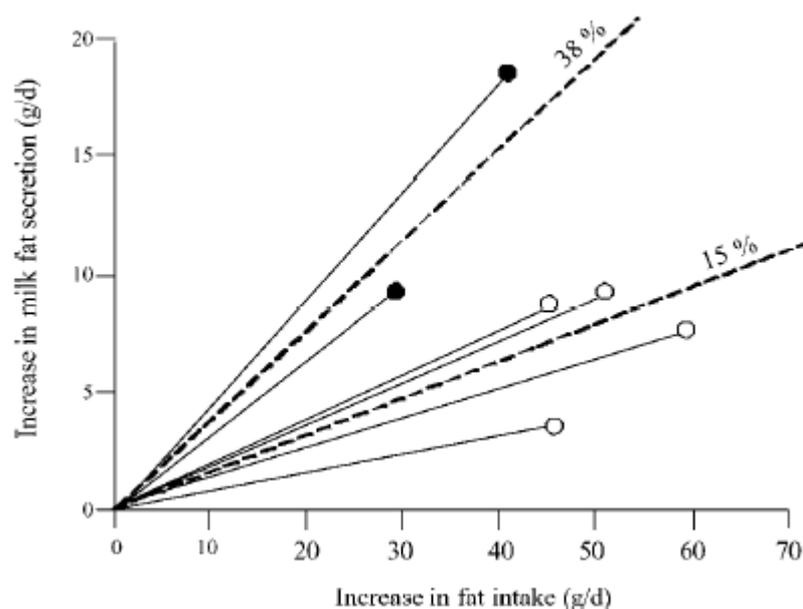
Figura 6.- Evolución del consumo de materia seca con dietas de diferente densidad energética (Sauvant y Morand-Fher, 1991).



En inicio de lactación y alta producción, las cabras lecheras muestran una gran sensibilidad a la cantidad y calidad de la proteína aportada en la dieta. Debido a la menor CI de las cabras en esta fase, se recomienda formular dietas con una elevada concentración energética y proteica que permita mantener una adecuada producción de proteína láctea. Durante esta fase, un nivel de PB en la dieta por debajo del 14% MS reduce la PL, sin que apenas cambie la TP aunque en algunos casos podría apreciarse una ligera reducción. Para evitar este efecto negativo, el nivel de PB en la dieta debería estar próximo al 17% sobre la MS (Schmidely et al., 2002). Un aporte de energía o proteína insuficiente en inicio de lactación puede dar lugar a una importante movilización de la proteína tisular para suplementar a la proteína de la dieta y a la proteína microbiana, y de esta manera mantener un aporte adecuado de aminoácidos (AA) en la glándula mamaria (Bequette et al., 1998). Morand-Fher y Sauvant (1988), recomiendan un nivel de PDIA en las dietas de IL de alrededor del 6% sobre la MS.

Al igual que en otras especies lecheras, parece recomendable suplementar con grasas las dietas de cabras lecheras en inicio de lactación ya que permiten incrementar la DER, manteniendo una óptima relación forraje/concentrado, y controlar la intensidad del BEN. En este sentido, el efecto de suplementar la dieta de cabras lecheras de alta producción con lípidos sobre el contenido en grasa de la leche es más importante durante la fase de IL que en mitad de lactación (Chilliard et al., 2003; figura 7).

Figura 7.- Respuesta a la secreción en la grasa láctea según el consumo de grasa por la cabra, en función de la fase de lactación: IL (●) o mitad de lactación (○) (Sauvant et al., 1983, citado por Chilliard et al., 2003)



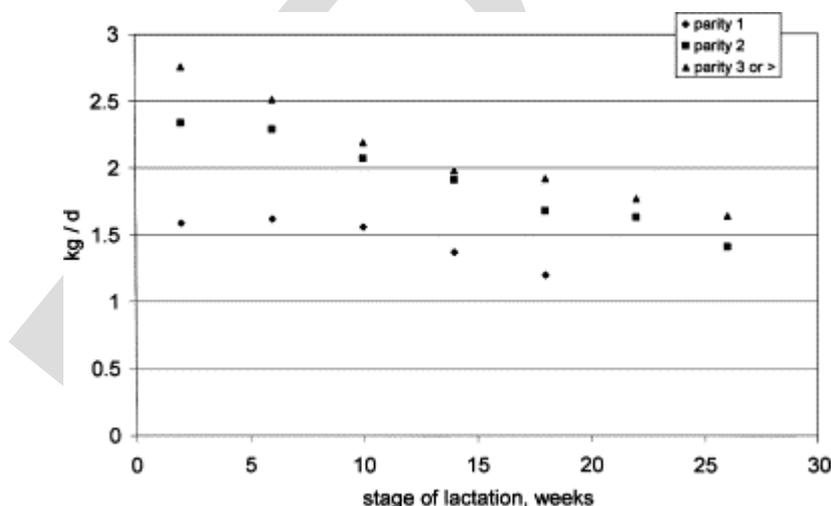
Los jabones cálcicos de palma (JBCP) y las grasas hidrogenadas son las grasas protegidas más utilizadas a nivel comercial. Teh et al. (1994) incorporaron un JBCP a diferentes porcentajes (0, 3, 6 y 9% MS) en una dieta de IL para cabras y observaron que la

adición del JBCP al 3% MS en la ración incrementaba de forma significativa el contenido de grasa en la leche, sin afectar a la CI. Igualmente, Brown-Crowder et al. (2001) demostraron que la incorporación de una grasa parcialmente hidrogenada a niveles del 3,0-4,5% MS en la dieta de cabras lecheras (Alpina) en IL amentaba la PL y la concentración de grasa en la leche, sin que se observaran cambios significativos en el contenido proteico de la leche.

4.3.- Mitad de la lactación

Existen pocos trabajos en la bibliografía que describan la curva de lactación de cabras lecheras en condiciones comerciales de explotación. Recientemente, Fernández et al. (2002) modelizaron los datos de Control Lechero de 733 cabras Murciano-granadinas, obtenidos de 8 rebaños comerciales pertenecientes a ACRIMUR (registros diarios cada 30 días según el método A4 del ICAR). Las cabras eran ordeñadas una vez al día y los cabritos destetados a las 24-72 h, tras recibir el calostro, y alimentados con lactancia artificial. Las características (forma y pendiente) de las curvas de lactación estuvieron determinadas por el número de parto: la producción de leche inicial y en el pico de lactación aumentó (1,67-1,74 vs 2,34-2,57 kg leche/d), el tiempo hasta alcanzar el pico disminuyó (4,4 vs 3,2 semanas) y las curvas de lactación fueron más planas en cabras primíparas que en múltiparas (figura 8).

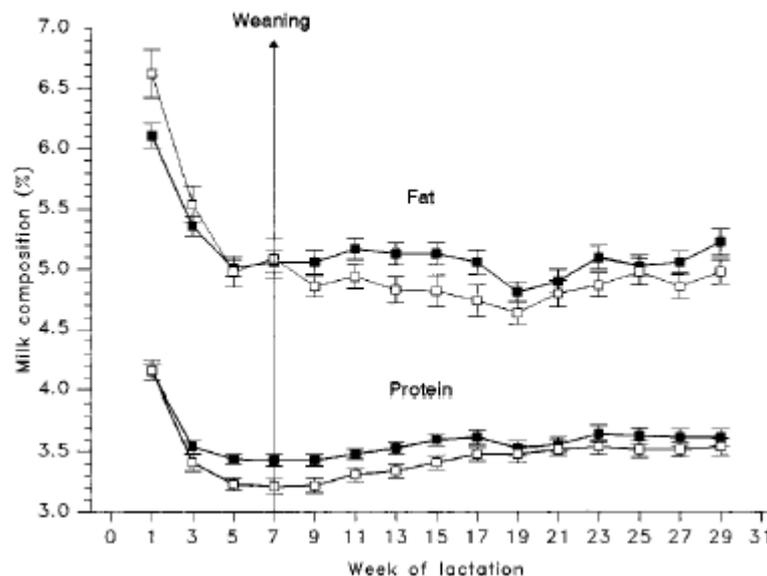
Figura 8.- Registros mensuales de la producción de leche (“test-day”) de cabras Murciano-granadinas clasificados por el número de parto (Fernández et al, 2002).



El efecto de la fase de lactación sobre los componentes de la leche de cabras Murciano-granadina fue estudiado por Peris et al. (1997) y sus resultados se resumen en la figura 9. El porcentaje de grasa disminuyó desde un pico alcanzado durante la primera semana postparto ($6,35 \pm 0,11\%$) hasta un valor mínimo durante la quinta semana ($4,99 \pm 0,07\%$) que se mantuvo hasta la semana 19, para posteriormente ir aumentando ligeramente hacia el final de lactación ($5,12 \pm 0,07\%$). Algo parecido sucedió con el contenido en proteína, alcanzando un valor mínimo en la séptima semana ($3,33 \pm 0,04\%$) y aumentando posteriormente hasta la semana 29 ($3,59 \pm 0,05\%$).

Las cabras son menos sensibles que las vacas a la longitud o tamaño de partícula procedente de los forrajes. El contenido en grasa de la leche no disminuye al reducir el tamaño de partícula del mismo, siempre que se mantenga un nivel mínimo de fibra en la dieta, ya que tanto la TB como la TP de la leche de cabra se encuentran más influenciadas por el consumo de energía que por el tipo de forraje (alfalfa henificada vs pellets) que se incorpore a la dieta (Sanz Sampelayo et al., 1998). En determinadas ocasiones, y en dietas destinadas a cabras en IL o alta producción para las que no se dispone de forrajes de buena calidad, una estrategia adecuada puede consistir en sustituir parte de ese forraje por subproductos de buena calidad y forrajes peletizados, en la que la relación F/C podría estar próxima a 35/65 manteniendo los niveles de fibra dentro de las recomendaciones. Bava et al. (2001) demostraron que las cabras toleran bien dietas sin forrajes y altas en proteína durante toda la lactación, sin ningún efecto negativo sobre la PL, composición de la leche o la salud del animal, siempre que el nivel de fibra en la dieta sea adecuado.

Figura 9.- Evolución en las medias del contenido graso y proteico de la leche a lo largo de la lactación en cabras lecheras Murciano-Granadina (Peris et al., 1997).



El grupo de cabras que estaban amantando (□; n = 49) se ordeñaron una vez al día hasta el destete de los cabritos (0 a 7 semanas) y a las cabras en ordeño (dos ordeños) (■; n = 59) se las separó del cabrito a las 48 h después del parto (Peris et al. 1997).

En cuanto a la utilización de los hidratos de carbono no fibrosos de la dieta para la síntesis de la leche, Morand-Fehr y Sauvant (1988) recomiendan que la cantidad de almidón en la ración de cabras lecheras de alta producción sea inferior o igual al 25% de la MS. Giger-Reverdin et al. (1995) observaron que las dietas para cabras en lactación que contenían almidón lentamente degradable en rumen produjeron más lactosa, y en consecuencia más leche, que dietas similares ricas en almidón rápidamente degradable.

Distintos trabajos y revisiones bibliográficas han observado que en cabras la producción de leche se encuentra poco afectada por la degradabilidad ruminal de la proteína,

probablemente porque éstas reciclan de forma más efectiva el nitrógeno, siendo el balance energético el que afecta de manera más importante a la PL. Andrighetto y Bailoni (1994) encontraron pequeñas mejorías en el contenido proteico y el contenido en caseína de la leche de cabra (5 y 7%, respectivamente) cuando usaron un complemento proteico rico en proteína no degradable en rumen. Cuando la proporción de proteína no degradable en rumen se mantuvo constante y la proteína degradable no fue superior al 7% de la MS, no se observaron incrementos en el contenido de nitrógeno ureico en leche (MUN) (Brun-Bellut et al., 1991).

Sanz Sampelayo et al. (1999) estudiaron el efecto de cuatro fuentes de proteína que diferían en sus características de degradación (harina de girasol, haba caballar, gluten feed y semilla de algodón) sobre la producción y composición de la leche de cabras Murciano-granadinas a mitad de la lactación. Los suplementos proteicos evaluados proporcionaban el 20% de la PB de la dieta (18% MS). La fracción de proteína rápidamente degradable en el rumen fue la más directamente relacionada con la TP de la leche obtenida. En menor medida y con independencia de su perfil en aminoácidos, la fracción de proteína no degradable en rumen estuvo también relacionada con el contenido en proteína de la leche. Las cabras que consumían harina de girasol producían leche con una TP significativamente inferior a la obtenida con las otras fuentes, mientras que las que recibían gluten feed daban leche con la mayor TP y un contenido en caseína significativamente superior al resto de fuentes.

El MUN puede ser utilizado como una herramienta adecuada para valorar la nutrición nitrogenada en cabras lecheras de alta producción (Brun-Bellut et al., 1991). La concentración de MUN se encuentra positivamente relacionada con el balance PDIN-PDIE ($r = 0,43$) y con la concentración de urea en plasma ($r = 0,92$). Una concentración de MUN superior a 300 mg/l indicaría un exceso de proteína degradable en rumen o una falta de energía en la dieta, mientras que una concentración de MUN inferior a 280 mg/l estaría señalando una falta de proteína degradable o una baja digestibilidad de la proteína de la dieta.

El efecto de suplementar la dieta de cabras lecheras con grasas sobre el contenido proteico en la leche es altamente variable aunque, a diferencia de lo que sucede en vacas y ovejas, en cabras nunca se ha observado un efecto negativo (Chilliard et al., 2003). A dosificaciones adecuadas, la adición de grasa a la dieta de cabras presenta un efecto significativo y positivo sobre la TB y la materia grasa producida (kg grasa), y la respuesta resulta de la misma amplitud para las grasas de origen animal y para los aceites no protegidos (Schmidely y Sauvant, 2001). Estos investigadores observaron que la inclusión de un JBC en las dietas de cabras de leche tuvo un efecto altamente significativo sobre la TB cuando los niveles de inclusión eran de 150 g/día, siempre y cuando el contenido en EE de la ración no sea superior al 6-7% de la MS, aunque por encima de 100 g/día no observaron efecto alguno sobre la producción de leche.

El contenido en ácido linoleico ($C_{18:2}$), linolénico ($C_{18:3}$) y CLA de la leche de cabra puede ser aumentado mediante la incorporación en la dieta de semilla de colza (variedad doble cero) o aceite de colza, aunque sólo de una forma modesta. Este efecto puede ser mejorado cuando este tipo de grasas se protegen mediante encapsulación. Los suplementos de aceites

protegidos constituyen una forma moderadamente eficaz para transferir a la leche de cabra ácidos grasos poliinsaturados o CLA alimentarios (Schmidely y Sauvant, 2001).

En el cuadro 7 se recogen las recomendaciones prácticas para la formulación de dietas para cabras en lactación, elaboradas a partir de datos del NRC (1981), INRA (1988) y AFRC (1998).

Cuadro 7.- Recomendaciones nutritivas para cabras en fase de lactación¹
(PV= 45 kg; Prod. leche= 4 l; TB= 5,7 %; TP: 3,7%;)

Nutrientes	Inicio lactación	Alta producción
MS (kg/d)	1,90	2,55
UFL/d	1,90	2,54
DER (UFL/kg MS)	1,00	0,99
PB %	17-19	17-19
PDI (g) (min)	207	275
PDIA (% PDI)	50	50
DP (g PDI/kg MS)	109	108
PDI/UFL	109	108
FB (mín), %	17	17
FAD (mín), %	18	18
FND (mín-máx), %	25-40	25-40
CNF (mín-máx), %	30-42	30-42
GB o EE (máx), %	6-7 %	6-7%
Ca (g/d) (min)	22,0	24,0
P (g/d) (min)	9,4	9,6
Mg (g/d) (min)	3,8	4,2
Forraje/Concentrado (mín)	40/60	40/60

¹ Elaboradas a partir del NRC (1981), INRA (1988) y AFRC (1998).

Las cabras lecheras de alta producción, explotadas bajo sistemas intensivos, tienen lactaciones muy largas (8,0-8,5 meses) y no deben ser cubiertas antes de los 4 o 5 meses postparto, momento a partir del cual la PL comienza a disminuir y el animal puede reponer sus reservas lípidicas corporales. En cabras lecheras, al igual que en ovejas de leche, se debe intentar que el animal reconstituya sus reservas corporales al final de la lactación, antes del secado, ya que la reposición del tejido adiposo de reserva se realiza de forma más eficaz en esta fase (Morand-Fehr y Sauvant, 1988).

4.4.- Cría y recría de las cabritas

Generalmente, en nuestro país y en los sistemas intensivos de producción, a la mayor parte de las cabras cuando paren se las presta un especial cuidado en el encalostramiento del cabrito y, entre las 24-48 horas tras el nacimiento, el cabrito es retirado de la madre para ser sometido a un sistema de cría en lactancia artificial. Esta práctica de manejo permite optimizar la cantidad de leche comercializada por la explotación al cabo del año.

Las cabritas para reposición durante la fase inicial de **cría** (predestete), que corresponde a las primeras 8 semanas de vida, reciben como alimento principal leche (natural o lactoreemplazante). En el caso de lactancia artificial, la elección de un lactoreemplazante con una adecuada composición nutritiva, va a resultar un factor clave para la salud de la cabrita a corto plazo, así como para que los animales puedan alcanzar fácilmente la ganancia media diaria (GMD) marcada como objetivo. Las GMD durante estos dos primeros meses de vida deberían variar entre 160 y 195 g (para Murciano-Granadina y Granadina). Cuando durante la fase predestete se limita el consumo de leche y se ofrece un pienso de iniciación o starter, se favorece una rápida transición al siguiente periodo o postdestete (Goetsch et al., 2001).

En el cuadro 8 se muestran la GMD (g/día), el índice de transformación (IT o IC en kg MS/kg GMD) y el PV (kg) alcanzados por cabritas, de raza Granadina, en fase de cría al final del primer y segundo mes de vida, durante la fase de lactancia artificial con un lactoreemplazante de calidad: PB 34,5% MS (50% a partir de leche en polvo, 25% con soja micronizada y 25% a partir de caseína) y MG 30% MS, suministrado a una concentración del 20% por kg MS (Sanz Sampelayo et al., 1997).

Cuadro 8.- GMD, IT y PV de cabritas Granadinas en fase de cría, alimentadas con un lactoreemplazante de calidad (Sanz Sampelayo et al., 1997).

	Periodo de vida	
	Primer mes	Segundo mes
GMD (g/d)	162,2 ± 14,2	174,0 ± 13,9
IT (kg MS/kg GMD)	1,18 ± 0,10	1,59 ± 0,10
PV Final(kg)	7,0 ± 0,30	12,2 ± 0,60

La fase de postdestete de la cabrita comprende el periodo que va desde el destete hasta las 12 semanas de edad. Al iniciar esta fase, la cabrita debería haber multiplicado por 2,5 su peso vivo al nacimiento y estar ya habituada al consumo de alimento sólido (pienso de iniciación), consumiendo más de 30 g de concentrado al día (Morand-Fehr y Sauvant, 1988). El consumo de alimentos sólidos es muy importante para la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales estimulan el desarrollo del epitelio ruminal. Al final de esta fase la cabrita debería consumir cerca de 350 g de concentrado al día.

La **recría** de las cabritas va desde el final de la fase de cría (3 meses de edad) hasta los 45 días antes de su primer parto. La fase inicial de la recría debe ser un período con una velocidad de crecimiento moderado, en torno a los 140 g/d. Bowden et al. (1995) comprobaron que GMD altas (180 g) durante la fase previa a alcanzar la pubertad (en torno a las 20 semanas) dieron lugar a glándulas mamarias más grandes, con mayor deposición de tejido adiposo, mayor proporción de tejido conectivo, pero con menor contenido en tejido secretor, que cuando la GMD fue moderada (140 g). Estos resultados confirmarían que un nivel de alimentación alto durante este periodo previo a la pubertad puede tener un efecto negativo sobre el desarrollo de la glándula mamaria, principalmente, sobre la formación de tejido secretor.

La cabrita alcanza su pubertad entre los 5-6 meses de edad y para ser cubierta o inseminada por primera vez, debería haber alcanzado al menos el 55 % de su peso vivo adulto (7-8 meses de edad y 25-30 kg PV) (Morand-Fehr et al., 2002). La base de la alimentación durante este período deben ser forrajes de muy buena calidad y concentrados en cantidades limitadas.

En el cuadro 9 se indican las recomendaciones nutritivas diarias para la cría y recría de cabritas, elaboradas a partir de las mismas fuentes que en apartados anteriores.

Cuadro 9.- Recomendaciones nutritivas para cría y recría de cabritas¹.

Nutrientes	Cría *	Recría
MS (kg/d)	0,45	1,00
UFL/d	0,62	0,95
DER (UFL/kg MS)	1,37	0,95
PB % MS	18-20	15-16
PDI (g/d)	75	70
PDIA (% PDI)	55	45
DP (g PDI/kg MS)	166	70
PDI/UF	121	74
FAD (mín), %	-	20
FND (mín-máx), %	14 (máx)	28-44
Ca (g/d)	8,0	6,3
P (g/d)	3,0	2,6
Ca/P	> 2,0	> 2,0
Forraje/Concentrado (mín)	-	50/55

* Necesidades a cubrir con el lactoreemplazante y un pienso de iniciación o starter.

¹ Elaboradas a partir del NRC (1981), INRA (1988) y AFRC (1998).

Para las cabritas en crecimiento, el consumo de energía es el principal factor que afecta a su capacidad de crecimiento, siendo la glucosa el nutriente más valioso para la síntesis de

energía, mientras que el valor de la grasa es un 5% menor y el de los aminoácidos entre un 10-20% menos (Van Es, 1979). A partir de los 5 o 6 meses de edad, y una vez alcanzada la pubertad, la GMD perseguida hasta que la cabrita es cubierta o inseminada por primera vez (7 u 8 meses) debería estar entre los 115-130 g. Bocquier et al. (1998) en un trabajo llevado a cabo con cabritas de recría de raza Alpina, observaron que con independencia del tipo de dieta que reciben los animales, existe una relación positiva entre la fertilidad y el PV medio de las cabritas en el momento de la IA.

Aparte de las afecciones de tipo respiratorio, la principal patología que afecta a las cabritas de reposición es la coccidiosis. Esta enfermedad puede darse en dos formas: forma clínica, causando diarrea e incluso la muerte del animal y en forma subclínica, con GMD más bajas de las esperadas como consecuencia de la destrucción del epitelio intestinal que produce el coccidio. La coccidiosis además de perjudicar el crecimiento de la cabrita, puede disminuir el rendimiento lechero de las cabras en su primera lactación (Morand-Fehr et al., 2002).

5.- REFERENCIAS

- ABIJAOUDE, J.A., MORAND-FHER, P., TESSIER, J., SHEMIDELY, Ph. y SAUVANT, D. (2000) *Liv. Prod. Sci.* 64: 29-37.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC) (1998) *The nutrition of goats*. CAB International, Wallingford, UK.
- ANDRIGHETTO, I. y BAILONI, L. (1994) *Small Rum. Res.* 13: 127-132
- BAVA, L., RAPETTI, G., CROVETTO, A., TAMBURINI, A. y SANDRUCCI, A. (2001) *J. Dairy Sci.* 84: 2450-2459.
- BEQUETTE, B.J., BACKWELL, F.R.C. y CROMPTON, L.A. (1998) *J. Dairy Sci.* 81: 2540-2559.
- BOCQUIER, F., LEOEUF, B., ROUEL, J. y CHILLIARD, Y. (1998) *INRA, Prod. Anim.* 11: 311-320.
- BOWDEN, C.E., PLAUT, K. y MAPLE, R.L. (1995) *J. Dairy Sci.* 78: 1728-1733.
- BROWN-CROWDER, I.E., HART, S.P., CAMERON, M., SAHLU, T. y GOETSCH, A.L. (2001) *Small Rumin. Res.* 39: 233-241.
- BRUN-BELLUT, J., BLANCHART, G. y VIGNON, B. (1990) *Small Rum. Res.* 3: 575-581.
- BRUN-BELLUT, J., LINDBERG, J.E. y HADJIPANAYIOTOU, M. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 82-93.
- CARASSO, Y., MALTZ, E., SILANIKOVE, G., SHEFET, G., MELTZER, A. y BARAK, M. (1988) *The use of complete diets for Israeli goats*. Seminar of FAO subnetwork on goat nutrition and feeding. Potenza (Italy).
- CASTEL, J.M., MENA, Y., DELGADO-PERTÍÑEZ, M., CAMÚÑEZ, J., BASULTO, J., CARAVACA, F., GUZMÁN-GUERRERO, J.L. y ALCALDE, M.J. (2003) *Small Rum. Res.* 47: 133-143.
- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J. y LAMBERET, G. (2003) *J. Dairy Sci.* 86: 1751-1770.
- DOMINGUE, B.M.F., DELLOW, D.W. y BARRY, T.N. (1991) *Br. J. Nutr.*, 65: 355-363.

- FALAGÁN, A., GUERRERO, J.A. y SERRANO, A. (1995) *Systèmes d'élevage caprin dans le sud de l'Espagne*. In: *Goat Production Systems in the Mediterranean*. EAAP Publication n° 71, Wageningen, The Netherlands, pp. 38-50.
- FAO (1998) *Production Yearbook*. FAO Publ., Rome, Italy, vol. 52. pag. 235.
- FAO (1999) *Agricultural statistics*. Rome, Italy.
- FERNÁNDEZ, C., SÁNCHEZ, A. y GARCÉS, C. (2000) *Small Rum. Res.* 46: 29-41.
- FERNÁNDEZ, C., SÁNCHEZ-SÉIQUER, P., NAVARRO, M.J. y GARCÉS, C. (2003) Modeling the voluntary dry matter intake in Murciano-Granadina dairy goats. Subnetwork seminar FAO-CIHEAM on Sheep and goat nutrition.
- GIGER, S., SAUVANT, D., HERVIEU, J. y DORLEANS, M. (1987) *Ann. Zootech.* 36: 129-152.
- HAENLEIN, G.F.W. (2001) *J. Dairy Sci.* 84: 2097-2115.
- HADJIPANAYIOTOU, M. y MORAND-FEHR, P. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 197-208.
- GIGER-REVERDIN, S., SAUVANT, D. y RAIMBAULT, S. (1995) *Ann. Zootech.* 44: 274. 41: 109-116.
- GOETSCH, A.L., DETWEILER, G., SAHLU, T. y DAWSON, L.J. (2001) *Small Rum. Res.*
- INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA) (1988) *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. J. Jarrige (Ed.). INRA, Paris (France).
- LANDAU, S., MORAND-FHER, P., BAS, P., SCHMIDELY, P. y GIGER-REVERDIN, S. (1997) En: *Recent advances in goat research*. Morand-Fher, P. (Ed.). Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. pp. 59-70
- MORAND-FEHR, P., SAUVANT, D. y DE SIMIANE, M. (1978) En: *4^e Journées de la recherche ovine et caprine*, INRA-ITOVIC, Paris (France). pp. 54-72.
- MORAND-FEHR, P. y SAUVANT, D. (1988) En: *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. J. Jarrige (Ed.). INRA, Paris (France). pp. 282-304.
- MORAND-FEHR, P., OWEN, E. y GIGER-REVERDIN, S. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 3-12.
- MORAND-FEHR, P., RICHARD, A., TESSIER, J. y HERVIEU, J. (2002) *Small Rum. Res.* 45: 109-114.
- MASSON, C., RUBINO, R. y FEDELE, V. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 145-159.
- MESCHY, F. (2002) *INRA, Prod. Anim.* 15: 267-271.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1981) *Nutrient requirements of goats. Angora, dairy and meat goat in temperate and tropical countries*. National Academy Press, Washington DC.
- PERIS, S., CAJA, G., SUCH, X., CASALS, R., FERRET, A. y TORRE, C. (1997) *J. Dairy Sci.* 80: 3249-3255.
- RUBERT-ALEMAN, J., FERNÁNDEZ, C., GARCÉS, C., DÍAZ, J.R., PASCUAL, J.J. y MUELAS, R., 2000. Voluntary Food intake of unified in Murciano-Granadina lactating goat. *7th International Conference on goats*. France. Pp.:141.
- RUSSEL, A.F.J., DONEY, J.M. y GUNN, R.G. (1969) *J. Agri. Sci.* 72: 451-454.
- SAHLU, T., HART, FERNANDEZ, J.M., LU, C.D. y POTCHOIBA, M.J. (1992) *J. Dairy Sci.* 75: 220-227.

- SAHLU, T., HART, S.P., LE-TRONG, T., JIA, Z., DAWSON, L., GIPSON, T. y TEH, T.H. (1995) *J. Dairy Sci.* 78: 378-387.
- SANTUCCI, P. y MAESTRINI, O. (1985) *Ann. Zootech.* 34: 473-474.
- SANTUCCI, P.M., BRANCA, A., NAPOLEONE, R., BOUCHE, R., AUMONT, G., POISOT, F. y ALEXANDRE, G. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 241-255.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., ALLEGRETTI, L., GIL EXTREMERA, F. y BOZA, J. (1997) En: *Recent advances in goat research*. Morand-Fehr, P. (Ed.). Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. pp. 75-78.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., PEREZ, L., BOZA, J. y AMIGO, L. (1998) *J. Dairy Sci.* 81: 492-498.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., PEREZ, M.L., GIL EXTREMERA, F., BOZA, J.J. y BOZA, J. (1999) *J. Dairy Sci.* 82: 555-565.
- SAUVANT, D., MORAND-FEHR, P. y GIGER-REVERDIN, S. (1991) En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P., Publ. 46. pp. 25-36.
- SAUVANT, D., CHAPOUTOT, P. y ARCHIMÉDE, H. (1994) *INRA, Prod. Amin.* 2: 115-124.
- SCHMIDELY, P. y SAUVANT, D. (2001) *Prod. Anim.* 14 (5) : 337-354.
- SCHMIDELY, P., MESCHY, F., TESSIER, J. y SAUVANT, D. (2002) *J. Dairy Sci.* 85: 2299-2307.
- TEH, T.H., TRUNG, L.T., JIA, Z.H. y GIPSON, T.A. (1994) *J. Dairy Sci.* 77: 253-258.
- VAN SOEST, P.J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Edition. Cornell University, Ithaca, NY. Pag. 476.
- VAN ES, A.J.H. (1979) *Evaluation of the energy value of feeds: overall appreciation*. In Pigden, W.J., Balch, C.C. y Graham, N. pag. 15-24. Ed: Standardization of Analytical Methodology for Feed. Ottawa (Canada).