

FACULTAT DE VETERINÀRIA

UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA

EFFECTOS DE LA UTILIZACION DE LIPIDOS PROTEGIDOS EN LA  
ALIMENTACION DE OVEJAS DE ORDEÑO DURANTE LOS PERIODOS DE  
LACTACION Y CUBRICION

TESIS DOCTORAL

RAMON CASALS i COSTA

BARCELONA (1992)

FACULTAT DE VETERINÀRIA

UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA

EFFECTOS DE LA UTILIZACION DE LIPIDOS PROTEGIDOS EN LA  
ALIMENTACION DE OVEJAS DE ORDEÑO DURANTE LOS PERIODOS DE  
LACTACION Y CUBRICION

TESIS DOCTORAL



RAMON CASALS i COSTA  
BARCELONA (1992)

Ona	3.11.92
Facultat	50
Sonada	

Als meus pares

INDICE DE MATERIAS

## INDICE DE MATERIAS

	<u>Página</u>
1. REVISION BIBLIOGRAFICA	
1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>ASPECTOS GENERALES</u> .....	3
2.1. NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS LIPIDOS .....	3
2.2. INTERES DE LOS LIPIDOS EN NUTRICION ANIMAL .	5
2.3. CLASIFICACION DE LAS PRINCIPALES MATERIAS GRASAS UTILIZABLES EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES .....	7
3. <u>DIGESTION Y METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN LOS RUMIANTES</u> .....	12
3.1. HIDROLISIS Y BIOHIDROGENACION .....	12
3.2. ABSORCION INTESTINAL Y TRANSPORTE .....	13
4. <u>UTILIZACION DE LIPIDOS EN OVINO</u> .....	15
4.1. LIPIDOS CONVENCIONALES .....	15
4.2. LIPIDOS PROTEGIDOS .....	16
4.2.1. Ovejas en periodo de cría .....	16
4.2.2. Ovejas en ordeño .....	17
4.2.3. Ovejas en periodo de cubrición .....	17
4.2.4. Efectos antiestrés térmico .....	18
5. <u>UTILIZACION DE LIPIDOS EN CAPRINO</u> .....	19
5.1. LIPIDOS CONVENCIONALES .....	19
5.2. LIPIDOS PROTEGIDOS .....	20
6. <u>UTILIZACION DE LIPIDOS EN VACUNO</u> .....	22
7. <u>CONSIDERACIONES FINALES</u> .....	22
8. BIBLIOGRAFIA .....	26

	<u>Página</u>
II. EXPERIENCIA I: EFECTOS DE LA UTILIZACION DE JABON CALCICO Y DE PROTEINAS DE BAJA DEGRADABILIDAD EN LA ALIMENTACION DE OVEJAS DE ORDEÑO .....	33
RESUMEN .....	33
INTRODUCCION .....	33
MATERIAL Y METODOS .....	35
RESULTADOS Y DISCUSION .....	38
CONCLUSIONES .....	44
BIBLIOGRAFIA .....	45
CUADROS Y FIGURAS .....	49
III. EXPERIENCIA II: RESPUESTA EN OVEJAS LECHERAS A LA VARIACION DE LA DOSIS DE LÍPIDOS PROTEGIDOS EN EL CONCENTRADO .....	60
RESUMEN.....	60
INTRODUCCION .....	60
MATERIAL Y METODOS .....	62
RESULTADOS Y DISCUSION .....	64
CONCLUSIONES .....	71
BIBLIOGRAFIA .....	71
CUADROS Y FIGURAS .....	76
IV. EXPERIENCIA III. EFECTOS DE LA SUPLEMENTACION CON LÍPIDOS PROTEGIDOS DURANTE LA CUBRICION EN LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS Y LOS INDICADORES METABOLICOS DE GANADO OVINO .....	92
RESUMEN.....	92
INTRODUCCION .....	92
MATERIAL Y METODOS .....	94
RESULTADOS .....	99
DISCUSION .....	104

	Página
CONCLUSIONES .....	111
BIBLIOGRAFIA .....	111
CUADROS Y FIGURAS .....	117
V. CONCLUSIONES FINALES .....	121

## I. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1. INTRODUCCION

El empleo de lípidos en la alimentación de rumiantes es, desde hace ya tiempo, un tema de interés que ha dado motivo a numerosas investigaciones en diversas especies (vacuno, ovino y caprino) y con distintos objetivos productivos (leche, carne y lana), para su utilización en la práctica.

En el caso de animales en producción, como p.e. las ovejas lecheras, las necesidades nutritivas se ven considerablemente aumentadas durante ciertos periodos productivos (final de gestación e inicio de lactación), de forma que si la cantidad y calidad de los forrajes de que se dispone es limitada, la movilización de reservas, por sí sola, no es suficiente para cubrir las necesidades alimenticias del animal y se hace así imprescindible la suplementación de la ración con concentrados. Por otra parte, durante el periodo de cubrición, la suplementación alimenticia o "flushing" es una práctica utilizada para mejorar los rendimientos reproductivos, especialmente si la ración disponible es de baja calidad o los animales se encuentran en situación de bajas reservas corporales, con una nota de condición corporal inferior a 3 (Torre et al. 1992).

En estas condiciones se suele recurrir a la suplementación con cereales como fuente energética, ya sea suministrándolos individualmente, o mezclados con cantidades limitadas de alimentos proteicos (turtós, etc.) y complementos mineral-vitamínicos. Si bien su utilización es normalmente satisfactoria, se pueden dar algunas circunstancias (nivel productivo muy elevado, poca disponibilidad de forrajes, temperatura ambiente elevada, etc.) en que puede ser recomendable modificar la composición del suplemento suministrado.

Así por ejemplo, en animales en lactación, raciones con una baja relación Forraje/Concentrado pueden comportar modificaciones en la fermentación ruminal, disminuyendo la relación acético/propiónico y en consecuencia el porcentaje en grasa de la leche (Sutton 1988). Este aspecto es particularmente negativo en el caso de ovejas en ordeño, en las que el contenido en grasa es habitualmente el principal factor de calidad que condiciona el precio percibido por litro de leche.

En estas circunstancias, la sustitución de parte de los cereales del concentrado por lípidos es una posibilidad a considerar. Así, dado que el aporte en Energía Neta de los lípidos es entre 2.4 y 3 veces superior al de los cereales (INRA



1988, NRC 1989), su inclusión en las raciones permite incrementar su densidad energética, reducir el aporte diario de concentrado, y favorecer el empleo de una relación Forraje/Concentrado más adecuada (Palmquist 1990). Si a esto se añade que los lípidos son también una fuente de Ácidos Grasos (AG) directamente utilizables por la glándula mamaria para la síntesis de la grasa de la leche (Palmquist y Jenkins 1980), es de esperar que su empleo tenga efecto sobre el porcentaje de grasa de la misma.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes del empleo de los lípidos en la alimentación de rumiantes, es que a dosis elevadas interfieren en la digestión del resto de los componentes de la ración, en especial de la fibra. Debido a ello la inclusión de grasas convencionales en las raciones de rumiantes sólo es posible en cantidades limitadas (Palmquist y Jenkins 1980).

Con el fin de superar esta problemática, se han desarrollado diversas técnicas de interés práctico, tales como el recubrimiento y aglomeración con proteína-formaldehído, la cristalización en frío, la formación de jabones cálcicos de AG, la adsorción sobre soportes inertes (vermiculita, bentonita) etc..., que permiten obtener lípidos "by-pass" o inertes a nivel ruminal (Doreau *et al.* 1989, Caja *et al.* 1990). Ello confiere a los lípidos una doble protección, de forma que los AG insaturados no sufren el proceso de hidrogenación y por otra parte no interfieren en la digestión de la ración, siendo posteriormente absorbidos en el intestino. Igualmente puede ser útil el empleo de semillas enteras de oleaginosas, que por las características de su envoltura liberan lentamente sus lípidos en el rumen, reduciendo así los efectos negativos de los mismos sobre el funcionamiento ruminal.

Si a estas posibilidades tecnológicas, unimos el hecho de que en la actualidad existen a nivel mundial importantes excedentes de grasas, a precios cada vez más competitivos, su inclusión en las raciones de rumiantes puede ser en muchos casos interesante.

Pese a ello, y como se expone a continuación, los estudios realizados sobre los efectos de los suplementos lipídicos en la alimentación de pequeños rumiantes son todavía limitados. En este sentido, este trabajo revisa, entre otros aspectos, los principales resultados obtenidos en el empleo de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas y cabras en los periodos de lactación o en reproducción.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS LIPIDOS.

Los Lípidos (derivados naturales de la condensación de los AG con alcoholes o aminas), o de una forma más genérica denominados "Grasas o productos grasos", incluyen un conjunto amplio de sustancias solubles en disolventes orgánicos, de naturaleza y propiedades muy variadas según su composición química. Especialmente importantes resultan el número de C de la cadena lipídica, el tipo de saturación de los enlaces y su posición en el espacio, que condicionan notablemente a su punto de fusión. En general, a menor longitud de cadena y mayor número de enlaces insaturados, más bajo es el punto de fusión (PF) y de ebullición, así para C2-C5 los AG son volátiles a temperatura ambiente (AGV).

Cuadro 1

#### ESTRUCTURA DE LOS LIPIDOS DE INTERES EN ALIMENTACION ANIMAL

Tipo	Fuentes principales	Forma
TRIGLICERIDOS	Granos cereales y semillas Grasas y Aceites (vegetales o animales)	Grasas Aceites (>90%EE)
GLICOLIPIDOS	Forrajes (gramíneas y leguminosas)	Ceras y fibras (<60%EE)
FOSFOLIPIDOS	Líquidos fisiológicos y membranas celulares (minoritarios)	Lecitina
ACIDOS GRASOS	Subproductos industriales (libres o saponificados)	Aceites Jabones

(EE= Extracto etéreo o grasa bruta extraída con éter)

La insaturación disminuye igualmente la temperatura de

fusión, de forma que mientras para una longitud de C18 el AGS resulta sólido a temperatura ambiente (C18= Esteárico, PF= 69.6°C), el correspondiente AGI resulta sin embargo líquido (C18:1= Oleico, PF= 13.4°C). Por último la isomerización del Oleico eleva el punto de fusión del correspondiente ácido trans-Oleico (trans-C18:1= Elaídico, PF= 63°C) a temperaturas semejantes a las del Esteárico. La hidrogenación de los AGI y su transformación en AGS es utilizada industrialmente para convertir los aceites vegetales en grasas vegetales (margarinas).

En la práctica, en los alimentos consumidos habitualmente por el rumiante (Forrajes, Granos y semillas, Piensos concentrados, Subproductos,..), los Lípidos pueden encontrarse bajo dos formas fundamentales, tal como se ha recogido en el Cuadro 1. Esta clasificación corresponde a:

\* Lípidos estructurales (de superficie o ceras, de membrana, cloroplastos,..) de naturaleza compleja (fosfolípidos y glicolípidos fundamentalmente, de cadenas C10-C30 y altos contenidos en AG-insaturados) y de los que sólo un 40-50 % son extraíbles por éter en la determinación de Grasa Bruta (GB) en el laboratorio. Abundan en las hojas verdes y forrajes jóvenes (5-12 % de GB sobre Materia Seca). En ocasiones, como es el caso de los microorganismos, muchos de ellos presentan cadenas de C de un número impar.

\* Lípidos de reserva (fundamentalmente triglicéridos, de C12-C22), el 80-100 % de los cuales pueden ser extraídos con éter y que se encuentran abundantemente en los tejidos animales (Sebos, Mantecas,..) y en los frutos (Oliva, Palma,..) y semillas (Algodón, Soja, Girasol, Lino..). Sus contenidos son variables, según el caso, situándose entre el 15-60 % de la Materia Seca, sin embargo en algunos alimentos, como en los cereales pueden llegar a ser escasos (1,5-8 % GB sobre MS).

Los aceites y grasas vegetales, en relación a las grasas animales, se caracterizan por presentar un mayor contenido en AGI o insaturados (C18:1= Oleico, C18:2= Linoleico y C18:3= Linolénico), a excepción del pescado que también es rico en aceites insaturados y en especial en poli-insaturados (PUFA's).

A efectos prácticos y con vistas a su utilización en la alimentación de los ruminantes, son de especial importancia los lípidos de reserva (Aceites y Grasas), estando constituidos mayoritariamente (60-90 %) por Triglicéridos (estructuras en

lípidos de reserva (Aceites y Grasas), estando constituidos mayoritariamente (60-90 %) por Triglicéridos (estructuras en forma de "E", en las que 1 molécula de Glicerol está esterificada con 3 AG, de la misma o distinta naturaleza, normalmente en la forma cis-).

## 2.2. INTERES DE LOS LIPIDOS EN NUTRICION ANIMAL

Las principales razones que justifican la utilización actual de grasas en alimentación animal, han sido revisadas por Johnson y Tracey (1974), Steele (1985), Palmquist (1984, 1988), Storry (1988) y Caja et al. (1989), entre otros autores, figurando resumidas en el Cuadro 2.

En la actualidad todo parece indicar la existencia de una marcada tendencia a aumentar la utilización de grasas para alimentación animal, principalmente como consecuencia del incremento del nivel de producción derivado de los programas de mejora genética y de la aplicación de la Biotecnología (BST,  $\beta$ -agonistas, ...) en las especies ganaderas convencionales y por la progresiva aparición de importantes excedentes grasos que podrán ser destinados a la alimentación animal a precios competitivos (Storry, 1988; Caja et al., 1989)..

El empleo de grasas en la alimentación del ganado lechero se presenta así como un método de gran interés y que está especialmente indicado, tal como han señalado diversos autores, en aquellos casos en los que se desee:

- 1) Aumentar la ingestión de energía, en particular en aquellas situaciones en las que, por limitación del apetito, la concentración energética de la ración es decisiva para mantener el nivel de producción (Palmquist, 1984; Costa, 1987; Fraga y Pérez, 1987; Storry, 1988).

Este es por ejemplo el caso de las vacas lecheras de elevado nivel productivo durante los 3-4 primeros meses de lactación, en los que predomina el catabolismo y la lipólisis del tejido graso representa una importante fuente de energía para la lactación y el suministro de gran parte de la grasa excretada en la leche (Palmquist, 1984; Storry, 1988).

- 2) Mejorar la eficacia energética de la ración por reducción del extracalor y aumento de la eficacia de la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Palmquist, 1984, 1988), favoreciendo la conversión del alimento en leche o disminuyendo los efectos de situaciones de altas

temperaturas y de estrés térmico (Moody et al., 1967; O'Kelly, 1987).

En este sentido, la utilización de la grasa como sustrato energético, alcanza su máxima eficacia de utilización a niveles de aporte del 15-20 % del total de Energía de la ración, lo que puede obtenerse con un contenido total de 7-8 % de grasa en la ración (Palmquist, 1988).

3) Aumentar el contenido en grasa de la leche, al favorecer la transferencia de ácidos grasos de cadena larga en la glándula mamaria (Palmquist, 1984, 1988; Brun-Bellut et al., 1984; Steele, 1985; Garcia, 1987; Storry, 1988), con vistas a mejorar su valoración económica e industrial.

Aunque en los últimos años la situación se ha visto alterada por diversas consideraciones de tipo económico (excedentes de grasas lácteas, especialmente en los países de las Comunidades Europeas) y de tipo dietético (recomendaciones nutritivas tendentes al empleo de aceites vegetales insaturados en la alimentación humana), pasando a valorarse la calidad de la leche por otros criterios tales como el contenido en proteína, carga microbiana o presencia de antibióticos, el contenido en grasa de la leche del ganado vacuno no ha dejado de tener una gran importancia.

4) Modificar la composición en ácidos grasos de la grasa láctea con fines dietéticos o industriales (Johnson y Tracey, 1974; Brun-Bellut et al., 1984; Palmquist, 1984, 1988; Storry, 1988) y en particular para aumentar su contenido en ácidos grasos poli-insaturados, como el Linoleico (C18:2), que puede llegar a alcanzar valores del 20 % del total de ácidos grasos (Johnson, 1974; Johnson y Tracey, 1974; Storry, 1988).

Junto a estas razones que aconsejan su empleo en alimentación animal, no debe olvidarse que aparecen también ciertos inconvenientes (Steele, 1985; Palmquist, 1988), especialmente en relación a la dosis y naturaleza de la grasa a utilizar, a la conservación de los piensos fabricados y a la elevación de las necesidades de otros nutrientes (tales como vitaminas y minerales) que deberán ser siempre tenidos en cuenta.

Cuadro 2

RAZONES PARA EL EMPLEO DE GRASAS EN ALIMENTACION ANIMAL  
CAJA et al (1989)

En formulación de raciones y fabricación de piensos	En el proceso de Producción Animal
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Materia prima de elevada densidad energética</li> <li>* Reducción de costes de la energía</li> <li>* Fuente de ácidos grasos esenciales</li> <li>* Vehículo de adición de c. liposolubles</li> <li>* Reducción de polvo y desgaste mecánico de equipos</li> <li>* Reutilización de excedentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Posibilidad de alcanzar un mayor nivel productivo (reducción de déficits energéticos)</li> <li>* Mejora de la eficacia energética de la ración</li> <li>* Aumento de la cantidad de grasa</li> <li>* Biomanipulación de la composición de las grasas (grasas blandas o duras)</li> <li>* Mejora de la absorción de vitaminas y otros compuestos liposolubles</li> </ul>

2.3. Clasificación de las principales materias grasas utilizables en la alimentación de rumiantes

Existe una amplia gama de productos de elevado contenido graso en la naturaleza y que pueden ser utilizados en la alimentación de rumiantes. Los mas importantes de ellos han sido recogidos en el Cuadro 3, junto a los valores mas frecuentes de su contenido en lípidos extraíbles con éter y con indicación de los AG que más los caracterizan.

De una forma general pueden ser clasificados a partir de su origen y naturaleza, en productos de:

- \* Origen Vegetal
  - Aceites vegetales
  - Semillas enteras
- \* Origen Animal

- Mantecas y Sebos
- Harinas y aceites de pescado
- \* Subproductos industriales
  - Oleinas vegetales
  - Oleinas animales
- \* Grasas protegidas o inertes
  - Cristalizadas
  - Hidrogenadas
  - Jabones

Los Aceites Vegetales, en su forma habitual, son poco utilizados en la práctica por razones de precio y posibles alteraciones ruminales. Su principal interés se basa en su contenido en AG insaturados y en la posibilidad de que éstos sean transferidos a la leche o carne de los animales, reduciendo así el grado de saturación de sus grasas y los posibles efectos negativos de los AGS. No obstante, a causa de su elevada capacidad de interferir con los procesos ruminales, el empleo de aceites insaturados debe ser muy cuidadoso, prefiriéndose su administración a los rumiantes en forma protegida.

Una de las formas de empleo más utilizadas de los aceites vegetales, además de la incorporación directa al pienso, ha sido mediante la formación de complejos del tipo "Proteína-Formaldehído + Aceite" que son resistentes a la degradación ruminal (Scott y Cook, 1975) y posteriormente digestibles en el intestino. El método se basa en preparar una emulsión de aceite vegetal y Caseína, o una proteína vegetal, que es tratada con una solución de formaldehído y posteriormente desecada. El aceite queda así embebido en una matriz proteica que es insoluble en agua y resistente a la degradación ruminal. En la actualidad el método, aunque interesante, no resulta competitivo a nivel económico y existen problemas legales, en algunos países, respecto a la utilización del formaldehído (Palmquist, 1988).

El empleo de Semillas Oleaginosas enteras, por el contrario, ha demostrado ser un método de gran interés (Palmquist, 1984). Las principales especies de semillas utilizadas corresponden al Algodón, Girasol y Cártamo, caracterizadas por una cubierta coriácea que las hace resistentes a la degradación ruminal, como si de una encapsulación natural se tratara.

Se ha probado su suministro al ganado vacuno en su forma entera, adicionadas directamente a la ración, o bien molidas o granuladas, sin que se observen mejoras por el procesado. En algunos casos se han señalado problemas relacionados con el contenido en "Gosipol" de la semilla de Algodón (Costa, 1987), aspecto aún no bien aclarado que parece estar relacionado con los

niveles de vitamina E, aunque no deben esperarse problemas a las dosis en que habitualmente se emplea (1-3 kg/vaca y día).

Otras semillas como las de: Haba de Soja, Colza y Linaza, aunque también resultan interesantes, presentan el inconveniente de su contenido en principios antinutritivos, que obliga a su tratamiento por calor, y una menor dureza de la cubierta de su semilla.

Los Sebos y Mantecas Animales presentan la ventaja de la elevada saturación de sus ácidos grasos, por lo que su biohidrogenación en el rumen es menor que en las grasas vegetales. Resultado de ello es una menor inhibición de la actividad microbiana y en especial de la digestibilidad de la Fibra en el rumen. Por el contrario, esta elevada saturación parece limitar su digestibilidad. Su nivel de inclusión en la ración puede alcanzar valores de 3-6 % de una forma segura para rumiantes (Palmquist, 1984; Fraga y Pérez, 1987).

Sin embargo la adición de más de un 2-3 % de grasa a los piensos reduce la dureza de los granulados, por lo que, si se desea una incorporación superior de sebos animales, será necesario utilizar granuladoras de doble compresión o aplicar el resto de la grasa en forma spray en el exterior del gránulo, lo que puede limitar su apetibilidad.

Los Aceites de Pescado y sus harinas no desengrasadas no resultan muy indicadas en el caso de los rumiantes lecheros, dada la posibilidad de comunicar sabores a la leche y sus productos derivados. Algunos autores han citado además efectos negativos de las propias Harinas de Pescado parcialmente desengrasadas en la producción de leche, lo que parece atribuirse a su elevado contenido en PUFAs de su aceite. Por esta razón no resulta recomendable el empleo de aceites de pescado y se prefieren las harinas de pescado más desengrasadas (<10% de aceite).

Las Oleinas animales y vegetales, o sus mezclas, son el subproducto más importante de la refinación de los aceites y grasas comestibles. En el proceso industrial de refinado, los aceites son tratados con NaOH y del residuo obtenido, previamente acidificado y lavado, se extraen las Oleinas. Su composición se caracteriza por poseer un 40-60 % de ácidos grasos libres insaturados y un elevado contenido en isómeros trans-. Dado su elevado porcentaje de insaturación, las oleinas deberán utilizarse como los aceites vegetales, destacando como fuentes importantes de Acido Linoleico y, en ocasiones de Acido Linolénico.

Las Grasas Protegidas, inertes (que no alteran la función



ruminal) o "by-pass", son el producto de más segura utilización en los rumiantes, presentando el inconveniente de que su precio resulta superior en relación a otras fuentes de grasa. En la mayor parte de los casos se trata de AG hidrogenados (saturados) y cristalizados en frío o saponificados formando jabones insolubles (Ca, Mg, ...) en agua que, por su naturaleza o forma de presentación son resistentes a la hidrólisis ruminal (pH 6-7) y resultan hidrolizados y digeridos en el abomaso e intestino (pH 2-3).

Aunque existe poca información acerca de sus métodos de obtención, resistencia a la degradación ruminal y posterior digestibilidad intestinal, los resultados de su aplicación suelen ser generalmente satisfactorios en la práctica. No resulta sin embargo evidente que todos los lípidos protegidos presenten una adecuada protección y que posteriormente sean digestibles en el intestino. Así muchos productos con AG saturados de cadena larga, saturados de forma natural o por hidrogenación, aunque no perjudican la función ruminal resultan en gran parte indigestibles en el intestino. En el caso de los jabones cálcicos, la resistencia al ataque ruminal parece estar garantizada a niveles superiores a otros lípidos protegidos, estimándose en aproximadamente un 90% después de un tiempo de permanencia en el rumen de más de 24h (Casals, 1991).

El valor nutritivo de los lípidos protegidos resulta así complejo de establecer, dependiendo de la naturaleza de los AG que lo constituyan y de la porción de éstos que pasen inalterados al intestino y sean posteriormente digeridos. En la actualidad parece resultar conveniente el empleo de lípidos protegidos formulados de forma que presenten relativamente pequeños contenidos en ácido Esteárico, siendo preferibles los que presentan elevadas cantidades de Oleico y Palmítico, ya que estos son los AG mayoritarios de los triglicéridos que constituyen la grasa de la leche de las especies rumiantes.

Cuadro 3

## CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS GRASOS

Producto		Principales Acidos Grasos
<b>ORIGEN VEGETAL:</b>		
Linaza	30-40	Linolénico (C18:3)
Soja	13-20	Linoleico (C18:2)
Cacahuete	45	" " " "
Girasol	35-40	" " " "
Oliva	15	Oleico (C18:1)
Colza (00)	35-40	" " " "
Algodón	15-23	Linoleico + Oleico
Palma	50	Palmítico (C16:0)+ +Oleico
Coco	63	Laurico (C12:0)
Nuez de Palma	50	" " " "
Colza	35-40	Erúxico (C22:1)
<b>ORIGEN ANIMAL:</b>		
Sebo	93-98	Oleico + Palmítico
Pescado	95-98	" " " "
<b>SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES:</b>		
Oleinas vegetales	92-97	Linoleico + Oleico
Oleinas animales	92-97	Palmítico + " "
<b>GRASAS PROTEGIDAS:</b>		
Jabón Ca-Mg (1)	83-87	Palmítico + Oleico
Cristalizada (2)	90	" " + Esteárico
Perlas (3)	-	" " + " "
Micronizada (4)	99	" " " "
<b>OTROS ALIMENTOS:</b>		
Forrajes verdes	7-12	Linolénico + Palmítico
Henos	0.5-3.5	" " " "
Ensilado Maíz	2-3.6	Linoleico + Oleico
Leche	4	Palmítico + " "

(1): "Megalac" Volac-Norel, (2): "Enerjet" Relasa,  
 (3): "Fat Prills" Nanta, (4): "Alifet" Icotsa.

### 3. DIGESTION Y METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN LOS RUMIANTES

La digestión y el metabolismo de los lípidos en los rumiantes son en principio complejos y mal conocidos, estando estrechamente relacionados con los de los Hidratos de Carbono (HdeC). Esto se debe, por un lado, a su compleja naturaleza y por otro, al hecho ya comentado, de que la fermentación de los HdeC produce AGV que se verán también implicados en el Metabolismo de los Lípidos del rumiante. Esto es especialmente importante en la síntesis de nueva grasa, como es el caso de la grasa de la leche en los rumiantes (por medio de los ácidos Acético y  $\beta$ -OH Butírico, principalmente).

En la Figura 4 se han representado los principales aspectos de la digestión y metabolismo de las grasas en los rumiantes.

#### 3.1. HIDROLISIS Y BIO-HIDROGENACION

En el rumen, los triglicéridos alimenticios son muy rápida y eficazmente hidrolizados, mediante la acción de "lipasas microbianas", dando como resultado AG libres y Glicerol. Los AG liberados, normalmente insolubles en el medio ruminal, se adhieren a la superficie de las partículas alimenticias y sobre éstas, en el caso de ser de tipo insaturado, son sometidos a bio-hidrogenación por medio de la acción de "hidrogenasas extracelulares bacterianas" (Viviani, 1970). Resultado de estos procesos es la casi completa transformación de los AG insaturados libres, en AG saturados, no quedando prácticamente ningún AG insaturado a la salida del rumen.

Durante el proceso de hidrogenación suele producirse también la isomerización de algunos AG, apareciendo formas trans- de los AG mono y poli-insaturados (Enser, 1984) y que resultan tóxicas para las bacterias del rumen (Harfoot, 1978). El efecto parece ser mayor cuanto mayor es el grado de insaturación del lípido y especialmente importante con los PUFA. En estos casos, la degradación ruminal de los materiales fibrosos de la ración puede verse sensiblemente reducida, con una disminución especial de la actividad celulolítica, metanogénica y de la producción de Acido Acético en el rumen (Orskov et al., 1978; Mc Allan et al., 1983; Moore et al., 1986). Todo parece indicar además que, la absorción de los AG alimenticios (no volátiles) en el epitelio ruminal, es prácticamente nula (Moore y Christie, 1984).

Es importante señalar además que, la formación de jabones ocurre también de forma natural en el rumen, aunque en cantidad limitada. Por esta razón si se utilizan grasas no saponificadas en la alimentación de rumiantes, deberá prestarse especial

atención a los aportes en Ca y Mg de la ración. Por otro lado, la grasa en las heces aparece fundamentalmente en forma de jabones (Palmquist, 1988), formados a nivel intestinal con los iones metálicos presentes, lo que deberá de ser tenido en cuenta si se desea estimar la digestibilidad de las grasas en los rumiantes y valorar sus necesidades de minerales. Se ha señalado así que, en todos los casos en que se utilicen importantes cantidades de grasa (1-1,5 Kg/vaca y día), debe garantizarse un contenido mínimo de 0,8-1,0 % de Ca (Palmquist, 1984). La falta de Ca y Mg en estas raciones predispone a la aparición de hipocalcemias e hipomagnesemias (Palmquist, 1984; Steele, 1985).

Como consecuencia de todo ello, el producto mayoritario de la degradación ruminal de la grasa o lípidos alimenticios, son AG-saturados y sus correspondientes jabones, mientras que sólo pequeñas cantidades de grasa alimenticia y los lípidos de los cuerpos microbianos del rumen (habitualmente de cadena larga saturada e impar, C15-C18 según Moore y Christie, 1984), llegan sin sufrir hidrólisis y biohidrogenación a tramos posteriores del digestivo.

En el abomaso, a excepción de que los AG se encuentren en forma de jabones, no se producen cambios importantes en los AG, ni en los lípidos alimenticios y microbianos, pese a la gran acidez del medio gástrico (pH=2), entrando prácticamente inalterados en el intestino (Enser, 1984, Moore y Christie, 1984).

### 3.2. ABSORCIÓN INTESTINAL Y TRANSPORTE

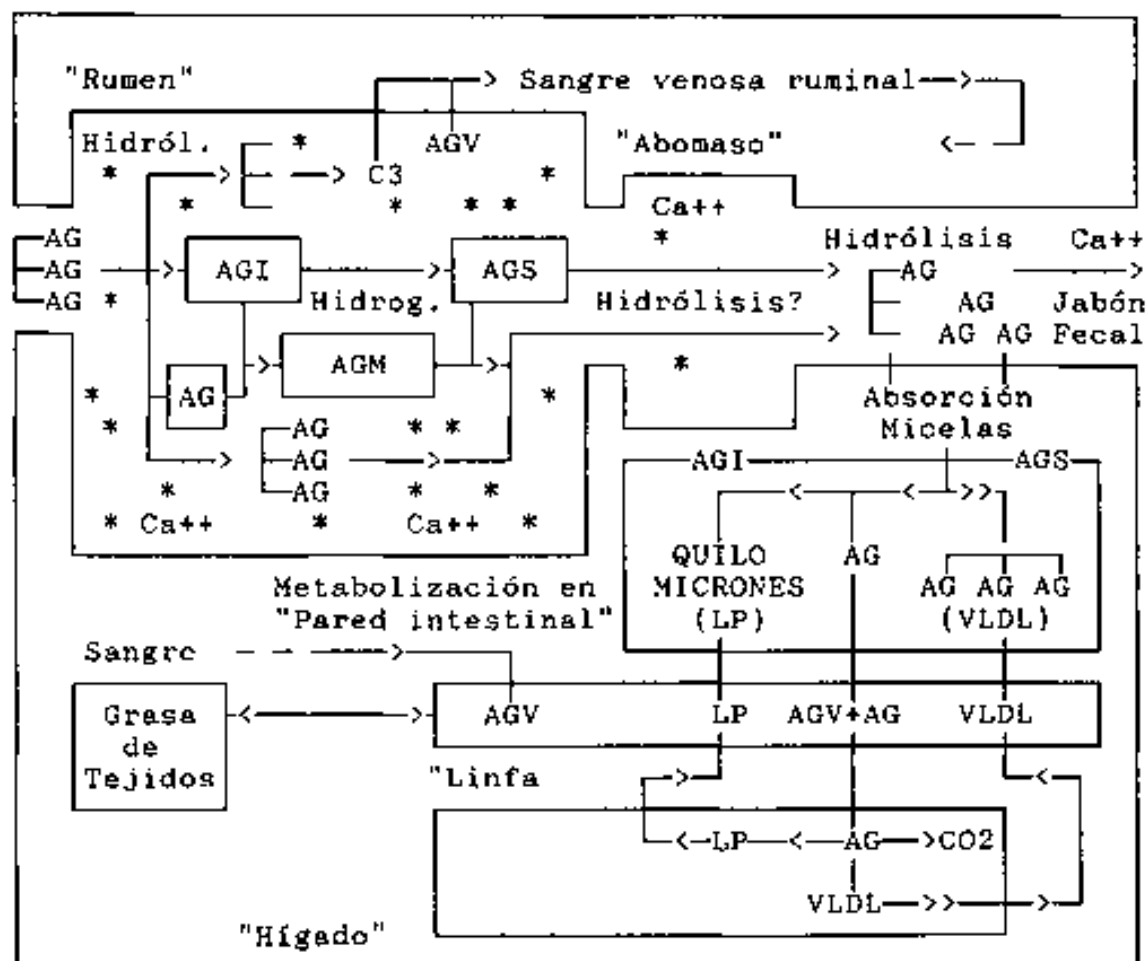
En el duodeno (pH=2,5-3,5), los triglicéridos que escaparon de la hidrólisis ruminal, son descompuestos por efecto de las "lipasas pancreáticas". A partir de este momento, los AG libres emulsionados por las sales biliares y vehiculados por monoglicéridos, son absorbidos en el epitelio intestinal, donde serán metabolizados para su secreción a la linfa y para su transporte y utilización en los tejidos.

La absorción de AG saturados de cadena larga (C12-C18) en los rumiantes es, en relación a los monogástricos, muy elevada (80-90 %) y esta capacidad se mantiene incluso en el caso de que la ingestión de grasa sea muy cuantiosa (Moore y Christie, 1984).

Durante el proceso de absorción, algunos AG son de nuevo desaturados por medio de la actuación de "desaturasas de la mucosa intestinal", recuperando así el rumiante un cierto grado

Figura 4

ESQUEMA BASICO DE LA DIGESTION Y METABOLISMO DE LAS GRASAS EN LOS RUMIANTES



AG = Ácidos Grasos  
 AGM = AG Microbianos  
 AGS = AG saturados  
 C3 = Acido Propiónico  
 \*\* = Cuerpos microbianos  
 LP = Lipoproteína  
 VLDL = Lipoproteínas de muy baja densidad

AGV = AG Volátiles  
 AGI = AG insaturados  
 [ ] = Glicerol  
 [ ] [ ] [ ] = Triglicérido  
 [ ] [ ] [ ] [ ] = Monoglicérido  
 [ ] = AG

de insaturación en sus grasas para facilitar la disolución de otros AG y mantener los lípidos corporales en el óptimo estado de fluidez. Este es el caso del Esteárico (C18:0), del que existe la evidencia de que, más de un 10 %, es reconvertido en Oleico (C18:1) durante su absorción en las células intestinales de los rumiantes (Bickerstaffe et al. 1972).

La metabolización sufrida por los Acidos Grasos en los enterocitos (células epiteliales de la mucosa intestinal), transforma la mayor parte de éstos AG en dos tipos de Lipoproteínas, que en el caso del ganado bovino corresponden (Moore y Christie, 1984) a:

\* "VLDL" o Lipoproteínas de muy baja densidad ( $d = 0,930-1,006$  g/ml, 74 % triglicéridos y 8 % proteína).

\* "Quilomión-análogos" ( $d < 0,930$  g/ml, 87 % triglicéridos y 3 % proteína).

Los VLDL son, mayoritariamente y a diferencia con los monogástricos, el producto final más importante del proceso digestión y absorción de las grasas en el caso de los rumiantes, basándose esta diferencia en la mayor saturación de sus AG y en la relativamente lenta velocidad con que son absorbidos. Los VLDL producidos serán posteriormente utilizados, con fines energéticos o plásticos (adipocitos del tejido graso, glóbulos de grasa láctea,...), en los distintos órganos y tejidos del rumiante.

La alimentación con grasas, una vez cubiertas las relativamente pequeñas necesidades en AG esenciales de los rumiantes, deberá dirigirse a la utilización de estrategias que maximicen la cantidad final de VLDL, sin perjudicar por ello el correcto funcionamiento ruminal. Debe de tenerse además en cuenta que su utilización implica inevitablemente una disminución de la Materia Orgánica Fermentescible en el rumen, por kg de alimento ingerido, que deberá de ser tenida en cuenta y a ser posible corregida mediante la adición de hidratos de carbono.

#### 4. UTILIZACION DE LIPIDOS EN OVINO

##### 4.2. LIPIDOS CONVENCIONALES

La utilización de lípidos convencionales en la alimentación de ovino ha sido muy poco frecuente debido a los efectos negativos de los mismos sobre la fermentación ruminal, y en especial sobre la digestibilidad de los componentes fibrosos de la ración. En este sentido Palmquist (1984) pone de manifiesto que en esta especie el empleo de lípidos no protegidos sería aún más problemático que en que en vacuno, por lo que su utilización en la práctica ha sido mínima.

## 4.2. LÍPIDOS PROTEGIDOS

### 4.2.1. Ovejas en periodo de cría

De entre el limitado número de estudios que se han realizado sobre el empleo de lípidos "by-pass" en ovino, es precisamente con ovejas en cría donde se han desarrollado la mayoría de ellos. De hecho los primeros se llevaron a cabo en la década de los 70, a raíz de los trabajos de Scott et al. (1970) que, con finalidades dietéticas, habían obtenido leche de vaca con bajo contenido en AG saturados, utilizando aceites vegetales, ricos en ácidos grasos insaturados, que se protegieron de la hidrólisis e hidrogenación ruminal mediante la aglomeración con proteínas (caseína) y formaldehído.

Así, Steele (1979) utilizó este tipo de tratamiento para intentar aumentar el crecimiento de corderos cuyas madres recibían un suplemento diario de aceite de cártamo (40 g/oveja y día), rico en ácido linoleico (C<sub>18</sub>:2), en comparación con los de otras que recibían la misma cantidad de sebo protegido. A pesar de que la protección aseguró la no saturación del linoleico a la salida del rumen, y unos mayores niveles en sangre de dicho ácido graso, presumiblemente esencial, el crecimiento fué mayor en los corderos del lote con sebo.

Si bien el empleo de este tipo de lípidos protegidos con proteína-formaldehído es en general satisfactorio, también es cierto que su eficacia varía según la calidad del proceso de fabricación (Doreau et al. 1989, Morand-Fehr et al. 1981). Si a ello se une el hecho de que dicho proceso puede ser económicamente costoso y que en algunos países existen limitaciones para el empleo del formaldehído en alimentación animal, su uso en los últimos años ha sido más bien escaso.

Por el contrario, se ha observado en los últimos años un creciente interés por el empleo, como suplemento energético, de los Jabones Cálccicos de Ácidos Grasos (JCAG) en ovejas en cría. Dichos jabones, formados por dos moléculas de ácidos grasos unidas a una de Calcio, son relativamente estables a los niveles de pH habituales en el rumen y por tanto no interfieren ni sobre la digestibilidad de la fibra ni del resto de componentes de la ración. En cambio, en las condiciones mucho más ácidas del abomaso (pH próximo a 2) se disocian, quedando libres los AG y el Calcio, que son absorbibles a nivel intestinal (Jenkins y Palmquist 1984).

Los resultados obtenidos en ovejas de carne con los jabones cálcicos (a dosis comprendidas entre los 75 y 300 g/oveja y día) no muestran, en general, efectos en la producción lechera observándose en cambio un marcado aumento, significativo y generalizado, de entre +1.1 y +2.6 puntos en el porcentaje de grasa bruta de la leche (Robinson 1986, Kovessy et al. 1986, Pérez Hernández et al. 1986, Horton et al. 1989). Esto

significa aumentos en dicho porcentaje de entre 13-40 %, según autores, respecto a los lotes no suplementados. En consecuencia la producción total de materia grasa en la leche también suele aumentar significativamente (Robinson 1986, Pérez Hernández et al. 1986).

El porcentaje de proteína bruta de la leche (Cuadro 3?) suele verse poco afectado por el empleo de lípidos protegidos durante esta fase inicial de la lactación, aunque en general se observa una tendencia a disminuir ligeramente (Robinson 1986, Kovessy 1986), excepto a dosis moderadas de jabón cálcico (75 g/oveja y día) en que el contenido en proteína puede mantenerse o incluso tender al aumento (Pérez Hernández et al. (1986).

Por otra parte la combinación de suplementos lipídicos con fuentes protéicas de baja degradabilidad (Kovessy et al. 1986) no afectó al porcentaje en proteína bruta de la leche (Figura 2).

Por lo que se refiere a los efectos de los lípidos ingeridos por las madres sobre al crecimiento de los corderos, Pérez Hernández et al. (1986) indicaron un aumento de 1 kg en el peso al destete (5 semanas) de corderos de cría doble cuyas madres recibieron un suplemento de 200 g/día de JCAQ por encima de la ración control (22.5 MJ de EM y 326 g/día de PB). Se observó también un menor consumo de concentrado por parte de los corderos, aunque no se indica si las diferencias fueron significativas.

#### 4.2.2. Ovejas en ordeño

Dado que la mayoría de referencias bibliográficas disponibles son publicaciones de resultados previos de las Experiencias I y II de la presente Tesis doctoral (Casals et al. 1989, 1991a, 1992a y b; Guillou 1989, Caja y Guillou, 1990)), y que por tanto se expondrán más adelante, únicamente cabe señalar en este apartado los resultados obtenidos por Font (1991), en ovejas Manchegas, que confirman, también en el periodo de ordeño, aumentos significativos en el porcentaje y en la producción de grasa de la leche con el empleo de los lípidos protegidos. Font (1991) indicó asimismo descensos en el porcentaje de proteína de la leche.

#### 4.2.3. Ovejas en periodo de cubrición.

El empleo de lípidos como suplemento alimenticio durante el periodo de cubrición, ha sido una práctica inusual en el ganado ovino. Sin embargo puede considerarse en muchos casos subsidiaria de la suplementación con alimentos considerados de interés por su



riqueza en otros nutrientes. Así, por ejemplo, el altramuz, que contiene aproximadamente un 10 % de grasa sobre materia seca (INRA 1988), fue utilizado inicialmente por su contenido en proteína (Oldham y Linsay 1984), con resultados positivos sobre la tasa de ovulación. Por su parte, Scaramuzzi y Downing (1990) obtuvieron igualmente resultados positivos con esta semilla proteaginoso, demostrando que estaban más relacionados con su aporte energético (en concreto de glucosa, por mediación de la insulina) que no con el suministro de aminoácidos.

Sin embargo, en el caso del ganado bovino, se observa en los últimos años un creciente interés por conocer los efectos del empleo de lípidos protegidos en los resultados reproductivos de las vacas lecheras (Ferguson *et al.*, 1990, Sklan *et al.*, 1991) y las causas metabólicas por las que los mismos se pueden producir (Grummer y Carroll, 1988 y 1991). De las revisiones de estos últimos autores se desprende que, en esta especie, las razones por las que los lípidos podrían actuar sobre los parámetros reproductivos serían básicamente tres:

- Suministro adicional de ácido linoleico, un ácido graso esencial que es precursor de la prostaglandina  $F_{2a}$ .
- Aumento de la síntesis de progesterona, como consecuencia de aumentos en el nivel de colesterol.
- Mejora del balance energético de la ración.

En este sentido, en ovino, se han publicado por el momento datos provisionales (Casals *et al.* 1991b) que corresponden a la Experiencia III de la presente Tesis Doctoral.

#### 4.2.4. Efectos antiestres térmico

La explotación de ruminantes en condiciones de temperaturas ambientales elevadas puede verse perjudicada por los efectos negativos del llamado "estrés térmico". En este sentido, Bhattacharya y Hussain (1974), en ovino con distintos tipos de raciones (relación Forraje/Concentrado de 25/75 a 75/25), observaron descensos ( $P < 0.01$ ) en el nivel de ingestión y en la digestibilidad de varios de los componentes de la ración (Materia seca, Proteína bruta, Grasa bruta y Energía) al aumentar la temperatura ambiente de 22 °C a 32 °C, junto a la humedad relativa. La mayor pérdida de ingestión (50%) se produjo en la ración con un 75% de forraje. La incorporación a la misma de un 6% de sebo redujo no significativamente la pérdida de ingestión a un 33%. Por el contrario a 22 °C el sebo tendió a disminuir la ingestión.

La ventaja de los lípidos en la ingestión a temperaturas altas se basa en su menor producción de extracalor, respecto a

otros alimentos (Baldwin et al., 1980), y a su incorporación directa en el producto final, como puede ser en la grasa de la leche. Así la ingestión de 100 Mcal de EN procedente de lípidos causa una menor producción de calor que un aporte energético equivalente procedente de la digestión de fibra, almidón o proteína (Palmquist, 1990).

Debido a esa mayor eficacia en la utilización de la energía, también en vacuno, en condiciones de temperatura ambiente elevada, se han obtenido con el empleo de lípidos mejoras en la ingestión voluntaria de alimentos y en el total de energía ingerida (Skaar et al. 1989). Los resultados, sin embargo, no son siempre positivos (Palmquist, 1990), y son necesarias nuevas investigaciones en este sentido.

## 5. UTILIZACION DE LIPIDOS EN CAPRINO.

### 5.1. LIPIDOS CONVENCIONALES

En esta especie, la mayoría de trabajos se han llevado a cabo fundamentalmente con animales en ordeño, habiéndose ensayado a efectos prácticos una mayor diversidad de lípidos que en ovino.

Algunos autores han utilizado lípidos convencionales con resultados negativos, como Lu (1988), que con un 5% de grasas animales en la ración observó una reducción tanto de la ingestión de materia seca como de algunos parámetros de la actividad ruminal (AGV, NH<sub>3</sub>), lo que dió lugar a un ligero empeoramiento de la producción lechera.

En cambio, Delage y Fehr (1967), obtuvieron mejoras en la producción de leche ( $P < 0.05$ ) y en el porcentaje y producción total de grasa ( $P < 0.01$ ), al incluir un 8% de semilla de lino (80 g/cabra y día) en el concentrado de una ración de mitad de lactación, originalmente pobre en lípidos (1.3 % de extracto etéreo). Resultados similares, a excepción de la mejora en la producción de leche, se obtuvieron en la misma experiencia con un 5 % de aceite de cacahuete (50 g/cabra/día) y en otra experiencia posterior, en la que la ración deficitaria en lípidos se suplementó incluyendo en el concentrado un 4 % de sebo hidrogenado (72 g/día) o bien la misma cantidad de aceite de lino. Por su parte, Sauvant et al. (1986), en un trabajo de revisión, señalan también pérdidas en la producción de materia grasa al empobrecer una ración en lípidos. Sin embargo indican que, con los conocimientos actuales, la menor producción de leche observada por Delage y Fehr (1967) en dichas circunstancias podría deberse en parte a una carencia en nitrógeno fermentescible, pudiendo así haber disminuido la digestibilidad

de la materia orgánica y en consecuencia el aporte energético de la ración.

De todas formas Morand Fehr et al., (1984) citan otra experiencia de su equipo en la que utilizando un 5 % de aceite de soja o un 5 % de sebo de bovino en el concentrado se incrementó el extracto etéreo de la ración de 2.4 a 4.5 %, sobre materia seca. Esta ración permitió aumentar la producción de leche ( $P < 0.001$ ) y el porcentaje ( $P < 0.05$ ) y la producción de grasa ( $P < 0.01$ ), sin que variara significativamente el porcentaje en proteína de la leche o la movilización de reservas corporales. No se observaron, a este nivel bajo de inclusión, diferencias entre los resultados obtenidos con el aceite (rico en AG insaturados) o con el sebo (más saturado).

Por su parte, Daccord (1987), con un 4% de grasa animal micronizada en el concentrado, indica aumentos en el porcentaje de grasa (NS) y en el de proteína ( $P < 0.05$ ) de la leche.

En cuanto al empleo de semillas enteras de oleaginosas, los resultados obtenidos difieren en función del tipo de ración control utilizada. Así, Morand Fehr et al., (1984) no encontraron diferencias en nivel de ingestión, producción y composición de leche, entre una ración control, conteniendo un 20 % de Harina de soja y un 4.2 % de su aceite, y otras raciones isoenergéticas e isoproteicas pero en base a soja cruda o extrusionada (24-25 %). Daccord (1987), en una experiencia similar, en la que substituyó la Harina de soja (16 % en el concentrado) por un 20 % de soja extrusionada obtuvo únicamente mejoras en los porcentajes de grasa (no significativas) y proteína ( $P < 0.05$ ), con tendencia al descenso en la producción de leche. Por su parte Sauvant et al., (1986) citan haber obtenido mejoras en el porcentaje y la producción total de materia grasa, al utilizar semillas de soja extrusionadas en sustitución de Harina de soja, sin efectos negativos sobre la producción y el contenido en proteína.

## 5.2. UTILIZACION DE LIPIDOS PROTEGIDOS

En caprino, la utilización de lípidos protegidos por medio de complejos proteína-formaldehído ha permitido, al igual que en vacuno (Scott et al., 1970), obtener leche con un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados (Astrup y Nedkvitne, 1972, citado por Morand-Fehr et al., 1981), lo que resulta de interés para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, el suministro de este tipo de lípidos puede ser poco efectivo si la protección no es de calidad adecuada. En este sentido, Morand-Fehr et al., (1981) utilizando una granulado de semillas de

girasol molidas (24.7 % de proteína y 42.4 % grasa), observaron al inicio de la lactación una disminución de la ingestión (- 6 %), sobre todo de forraje, que comportó un descenso semejante de la energía ingerida y del nivel de producción de leche. Este empeoramiento se atribuyó a una protección sólo parcial (40-50 %) del suplemento lipídico utilizado. A pesar de ello se obtuvieron mejoras significativas en cuanto a los porcentajes ( $P < 0.01$ ) y cantidad ( $P < 0.05$ ) de grasa y se constató un aumento en la eficacia de utilización de la energía ingerida. Resultados similares para la grasa de la leche han sido obtenidos por Lanzani *et al.* (1985) con aceite de soja mezclado con sémola de maíz y tratado el conjunto con formaldehído.

El empleo de jabones cálcicos de ácidos grasos, en sustitución de parte de los cereales del concentrado, ha sido también estudiado en caprino, habiéndose utilizado con frecuencia una dosis del 6% de JCAG en el pienso (Baldi *et al.*, 1988 y 1992, Polidori *et al.*, 1989), equivalente a un consumo de unos 60 g de JCAG/cabra y día. En estas circunstancias, la mejora obtenida se sitúa aproximadamente en +0.3 puntos en el porcentaje de grasa (aumento de 9-10 % respecto al control). Con dosis más elevadas, de alrededor de un 14 % de JCAG en el concentrado, DeMaria-Ghiona *et al.*, (1987) obtuvieron un aumento de 1.42 puntos de grasa, equivalente a un 40 % respecto al control. Como consecuencia, en estos ensayos se observó también una mejora significativa ( $P < 0.01$ ) de la producción total de grasa.

Al igual que en ovino, el JCAG no modificó la producción de leche en ninguna de estas experiencias, aunque Baldi *et al.* (1992) indicaron mejoras en el valor energético de la misma y en la producción de leche estandarizada al 3.5 % de grasa. Por otra parte debe señalarse que en este caso tampoco se observaron descensos significativos en el porcentaje de proteína de la leche. Estos resultados, unidos a los discutidos anteriormente por diversos autores y para distintas fuentes lipídicas, parecen indicar una respuesta particular del caprino en comparación con el empeoramiento del nivel de proteína que los lípidos suelen provocar en vacuno (Palmquist, 1990)

En cuanto a los efectos de otros factores, como el estado de lactación o el aporte de concentrado, Sauvant *et al.* (1986) indican una mayor eficacia de paso de los lípidos de la ración a la leche al inicio de la lactación, con balance energético negativo, y en raciones ricas en forraje. En cambio, un aporte elevado de concentrado favorecería más la actividad anabólica del tejido adiposo, en detrimento de la grasa de la leche.

## 6. UTILIZACION DE LIPIDOS EN LA ALIMENTACION DE VACUNO

Los antecedentes históricos y principal problemática de la utilización de grasas en la alimentación de vacuno lechero han sido revisados por Palmquist y Jenkins (1980) y Palmquist (1984, 1988). Según estos autores, la primera revisión sobre el tema fue realizada por Oscar Kellner en 1907, que señala que, la suplementación de vacas lecheras con grasas convencionales, presentó efectos negativos en la cantidad y calidad de la leche producida. Posteriormente, los trabajos de Maynard, Loosli, McCay y Lucas, realizados entre los años 1929-44 en la Universidad de Cornell (EEUU), señalan aumentos del 2-10 % en la producción de leche al utilizar concentrados con adiciones de 1-4 % de grasa (4-7 % total de grasa), respecto a los lotes testigo, señalando además que la grasa debe mejorar la eficacia energética de la producción de leche.

No obstante en 1960 Warner, en base a la utilización de aceites vegetales, concluye que, de una forma general, las grasas reducen la digestibilidad de la fibra y raramente mejoran la producción de leche, no presentando ventajas aparentes respecto a los cereales, en condiciones de aporte isoenergético. Aunque esta conclusión es válida todavía, en su contexto original, la situación se ha visto notablemente modificada en nuestros días, como consecuencia del cambio de condiciones en que actualmente se explota el ganado vacuno lechero y de un mejor conocimiento de las fuentes de grasa utilizables en alimentación animal.

Así, en la actualidad, la necesidad de incluir fuertes proporciones de concentrados en vacas de alta producción (50-60 % de la materia seca ingerida), perjudica notablemente el funcionamiento ruminal y llega a producir importantes trastornos metabólicos (Acidosis, Para-queratosis ruminal,..). En estos casos, la utilización de grasas, de naturaleza conocida y dosis controlada, se presenta como un método eficaz para evitar muchos de los efectos no deseados de un fuerte aporte energético y mantener la recomendación de un mínimo de 17-18 % de Fibra Bruta o 21 % de FAD o Lignocelulosa en la ración (INRA, 1984, 1988).

Por otro lado, la utilización de grasas protegidas incrementa las ventajas de la incorporación de grasas a la ración, evitando los posibles efectos indeseables a nivel del rumen, y en especial permitiendo el paso a la sangre de importantes cantidades de ácidos grasos alimenticios prácticamente inalterados, lo que se ha revelado como un método eficaz para aumentar el contenido en grasa de la leche y modificar su composición en ácidos grasos.

En este sentido, la eficacia de la transferencia de los



distintos ácidos grasos a la leche, es muy variada y dependiente de su naturaleza, cantidad aportada en la ración, estado de lactación y del aporte de otros nutrientes glucogénicos (Storry, 1988). En general los AG de cadena corta (C4-C10) o muy larga (C20-C22) presentan, en los rumiantes, una baja eficacia de transferencia a la leche (<30 %), siendo mas elevada en los AG de cadenas largas de C16-C18, tal como han discutido Storry (1988) y Caja et al. (1989).

Los mayores valores de transferencia de AG a la leche se han observado en raciones de elevado contenido en forrajes y al inicio de la lactación, frente a raciones de elevadas cantidades de concentrado y al final de la lactación. Por el contrario, todo parece indicar que, en condiciones de elevado porcentaje de concentrado en la ración y bajo pH ruminal, la adición de grasa aumenta los efectos negativos observados en la digestión de fibra y en la producción de AGV (Palmquist, 1986).

Los principales resultados obtenidos en los últimos años, sobre el empleo de grasas en la alimentación de ganado vacuno lechero, se han resumido en el Cuadro 4.

Dichos resultados permiten señalar importantes efectos positivos junto a otros negativos, tanto en cantidad (-14.7 a +23.6 %) como en la composición (grasa= -36.8 a + 18.2 %, proteína= -10.6 a +4.0 %) de leche, lo que indica la necesidad de extremar las precauciones de uso y utilizar los materiales lipídicos adecuados. En general, la tendencia es a aumentar la cantidad de leche producida o el contenido en grasa, mientras la proteína resulta disminuida en casi todos los casos. Este particular efecto sobre la proteína parece ser por un lado debido a fenómenos de dilución de la composición de leche, de interferencia de los procesos de síntesis ruminal (disminución de la proteína microbiana o de la degradación de la fibra) o incluso de la regulación hormonal de la síntesis de leche (Hormona del crecimiento e insulina). Muchas de las investigaciones actuales se dirigen a esclarecer estas incógnitas.

## 7. CONSIDERACIONES FINALES

Como conclusiones finales, para optimizar el empleo de de grasas en rumiantes, deberá de tenerse en cuenta:

- \* La naturaleza de la grasa a emplear condiciona la dosis de utilización, siendo preferibles las grasas saturadas a los aceites insaturados respecto a un adecuado funcionamiento ruminal.

\* Si se desea superar una dosificación del 5-6 %, será conveniente utilizar grasas protegidas, asegurándose de la resistencia del producto empleado a la degradación ruminal.

\* El aporte de Ca y Mg en la ración deberá ser reforzado para reducir los efectos de la formación de jabones a nivel ruminal y fecal.

\* Las condiciones de funcionamiento ruminal deberán ser aseguradas (en particular respecto a la energía fermentable disponible), tanto en lo que se refiere a la síntesis de proteína microbiana como de AGV.

\* En todos los casos debe de evitarse un exceso de grasa en la ración, ya que puede disminuir la eficacia energética o limitar la ingestión.

Finalmente, teniendo en cuenta la falta de una información precisa acerca de múltiples aspectos de la utilización de los lípidos protegidos, nos permitimos sugerir algunos temas que podrían considerarse de interés para avanzar en el conocimiento de la utilización de este tipo de nutrientes, al respecto de los cuales serían recomendables nuevas investigaciones:

- Desarrollo de métodos rápidos y fiables para la evaluación del grado de protección de las grasas "by pass".
- Determinación del valor nutritivo real (ED, EM, ENL) de las principales fuentes lipídicas.
- Valoración de las causas por las que los lípidos tienden a disminuir el contenido en proteína de la leche y propuesta de estrategias para reducir dichos efectos.
- Valoración de los efectos productivos y reproductivos del empleo de lípidos a medio y largo plazo.
- Estudio de las pautas correctas de administración a los animales, tanto desde el punto de vista de dosis y tipo de lípidos, como del momento adecuado de utilización.

Cuadro 4

EFFECTOS DEL EMPLEO DE GRASAS EN VACAS LECHERAS  
(% Sobre ración Control)

RACION		LECHE	% GRASA	% PROT.	Ref.
SEBO	(13.8 %C)	3.3	-0.8	-5.4	(1)
SEBO(PF)	(13.8 %C)	7.5	12.1	-6.4	(1)
OLE.SOJA(P)	(1.5 Kg)	18.0	3.0	-3.0	(2)
" " "	(5.0 Kg)	5.0	11.0	-4.0	(2)
CACAHUETE	(6.8 %C)	-13.5	5.9	-0.6	(3)
SM.ALGODON	(15.0 %R)	2.6	-1.2	-2.8	(4)
AC.GIRASOL		0.9	-15.6	0.9	(5)
SM. " "		4.9	-12.6	2.7	(5)
AC. " " (P)		7.5	18.2	4.3	(5)
AC.SOJA		23.6	-36.8	-10.6	(5)
SM. " "		-1.9	1.7	-4.9	(5)
AC.SOJA		2.3	-22.1	-5.2	(6)
SM. " "		-1.9	1.7	-4.9	(6)
AC.ALGODON		-14.7	-15.5	4.0	(6)
SM. " "		-2.4	4.5	2.6	(6)
GRASA	(3.5 %C)	-	3.0	-3.0	(7)
GRASA(PD)	(10.0 %C)	3.2	0.3	-2.7	(8)
AC.PALMA(J)	(0.45 Kg)	-10.0	7.0	-4.0	(9)
" " " "	(0.45 Kg)	8.0	4.0	-2.0	(10)
" " " "	(0.68 Kg)	15.0	-2.8	-3.7	(11)
" " " "	(0.45 Kg)	0.0	3.8	-1.4	(12)
" " " "	(0.22 Kg)	0.3	-2.0	-4.3	(13)
" " " "	(0.50 Kg)	4.7	0.5	-0.5	(14)

OLE = Oleina, AC = Aceite, SM = Semilla, (P) = Protegida, (PD) = Prilled, (J) = Jabón, (PF) = Proteína + Formaldehído, C = Concentrado, R = Ración.

## Referencias:

(1) Murphy *et al.* 1983, (2) Bines *et al.* 1978, (3) Johnson *et al.* 1988, (4) Lanham *et al.* 1988, (5,6,7) DePeters *et al.* 1988, (8) Capperton 1988, (9) Eastridge y Palmquist 1988, (10) Ferguson *et al.* 1988, (11) Grummer y Ric 1988, (12) Harris y Webb 1988, (13) Kent y Arambel 1988, (14) Palmquist 1988.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- Baldi A., Corino C., Simondi C., Tiberio F. 1988. Impiego dei saponi di calcio nell'alimentazione di capre in lattazione: modificazione di alcuni parametri ematochimici. XLII Conv. Società Italiana Scienze Veterinarie. Mantova, 1113-1115.
- Baldi A., Cheli F., Corino C., Dell'Orto V., Polidori F. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rum. Res.* 6, 303-310.
- Baldwin R.L., Smith N.E., Taylor J., Sharp M. 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. *J. Anim. Sci.*, 51, 1416-1428.
- Bhattacharya A. N., Hussain F. 1974. Intake and utilization of nutrients in sheep fed different levels of roughage under heat stress. *J. Anim. Sci.*, 38, 877-886.
- Bickerstaffe R., Noakes D. E., Annison E. F. 1972. Quantitative aspects of fatty acid biohydrogenation, absorption and transfer into milk fat in the lactating goat, with special reference to the cis- and trans- isomers of octadecenoate and linoleate. *Biochem. J.*, 130, 607-617.
- Bines J.A., Brumby P.E., Storry J.E., Fulford R.J., Braithwaite G.D. 1978. The effect of protected lipids on nutrient intakes, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy cows during early lactation. *J. Agric. Sci., Camb.*, 91, 135-150.
- Brun-Bellut J., Laurent F., Vignon B. 1984. Effects de l'alimentation sur la composition du lait. *Microbiol. Alim. Nutrition*, 2, 123-128.
- Caja G., Casals R., Torre C. 1990. Empleo de grasas en la alimentación del vacuno lechero. *Bovis*, 34, 31-39.
- Caja G., Guillou D. 1990. Utilisation de lipides protégées dans l'alimentation des brebis laitières. *Forum Volac. Ed. Volac France. Paris.* p. 34-40.
- Casals R., Caja G., Such X., Torre C. 1989. Efectos de la incorporación de grasa y proteína no degradables en el concentrado de lactación de ovejas de ordeño. *ITEA*, 9 vol. extra, 107-109.
- Casals R., Caja G., Guillou D., Torre C., Such X. 1991a. Variación de la composición de la leche de ovejas Manchegas según la dosis de lípidos protegidos. *ITEA*, 11 vol. extra, 331-333.

- Casals R., Caja G., Paramio M.T., Torre C., Ferret A. 1991b. Primeros resultados del empleo de lipidos protegidos en el flushing de ovejas. ITEA, 11 vol. extra, 133-135.
- Casals R., Caja G., Such X., Torre C., Fàbregas X. 1992a. Lactational evaluation of effects of calcium soap and undegraded intake protein on dairy ewes. J. Dairy Sci., 75, (Supl 1), 174.
- Casals R., Caja G., Guillou D., Torre C., Such X. 1992b. Influence of dietary levels of calcium soaps of long chain fatty acids on lactational performance of dairy ewes. J. Dairy Sci., 75 (Supl 1), 174.
- Daccord R. 1987. Effect of addition of animal or vegetable fat to a hay based diet on digestibility and nitrogen balance in the lactating goat. Ann. Zootech, 36, 329.
- De Maria Ghionna C., Batocci S., Terzano G., Borghese A., Angelucci M. 1987. Integrazione acidica sotto forma di sali di calcio nella dieta di capre in lattazione. Effetto sulla produzione e qualità del latte. XLI Conv. Società Italiana Science Veterinaire. Cotanello (Catanzaro), 41, 718-722.
- Delage J., Fehr P.M. 1967. Influence des lipides alimentaires sur la sécrétion des acides gras par la mamelle de chèvre: influence de la teneur du régime en lipides sur le taux butyreux du lait et sa composition en acides gras. Ann Biol. Anim. Biochem. Biophys., 7, 437.
- DePeters E.J., Taylor S.J., Baldwin R.L. 1988. Effect of dietary fat on the nitrogen content of milk. J. Dairy Sci., 71 (Supl 1), 255.
- Doreau M., Ferlay A., Elmeddah Y., Bauchart D. 1989. La protection des matières grasses utilisées dans l'alimentation des ruminants: conséquences sur la digestion. Revue Française des corps gras, 36, 271-278.
- Eastridge M.L., Palmquist D.L. 1988. Supplemental energy as calcium soaps beginning at two or six weeks of lactation. J. Dairy Sci., 71 (Supl 1), 254.
- Enser M. 1984. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animal fats. In: Fats in Animal Nutrition J. Wiseman Ed. Butterworths. London. p. 23-51.
- Ferguson J.D., Torralba J., Schneider P.L., Vecchiarelli B., Sklan D., Fronfeld D.S., Chalupa W.. 1988. Response of lactating cows in commercial dairies to calcium salts of long chain fatty.. J. Dairy Sci., 71 (Supl 1), 254.

- Ferguson J.D., Sklan D., Chalupa W., Kronfeld D.S. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73, 2864-2879.
- Folch J., Paramio M.T., Muñoz F., Sainz Cidoncha F., Valderrábano J., Echegoyen E. 1987. Influencia de la alimentación sobre la actividad reproductiva de la oveja Rasa Aragonesa en primavera. II. Efecto del nivel alimenticio y del flushing en estabulación permanente. *ITEA*, 68, 3-14.
- Fraga M.J., Pérez P. 1987. Utilización de grasas en la alimentación. *Bovis*, 16, 45-55.
- Font F. 1991. Effets de l'apport de lipides protégés sur la composition du lait de brebis de race Manchega et des fromages. *Memoire de D.A.A., E.N.S.A. Rennes*. 71 pp.
- García J.A. 1987. Influencia de la alimentación sobre la composición de la leche. *Bovis*, 16, 31-43.
- Grummer Ric R.. 1988. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.*, 71, 117-123.
- Grummer R.R., Carroll D.J. 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. 1988. *J. Anim. Sci.*, 66, 3160-3173.
- Grummer R.R., Carroll D.J. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 69, 3831-3852.
- Guillou D. 1989. Le système de production ovin-lait en brebis Manchega. Utilisation de lipides protégées. *D.A.A., E.N.S.A., Rennes*.
- Harfoot C.G. 1978. Lipid metabolism in the rumen. *Prog. Lipid Res.*, 17, 21-54.
- Harris Jr B., Webb D.W.. 1988. Effect of feeding high fat rations to early lactating cows supplemented with Megalac in a large dairy. *J. Dairy Sci.*, 71 (Supl 1), 274.
- Horton G.M.J., Denise D., Palatini and Catherine Treadwell-Hill. 1989. The effect of protected fat on the yield and composition of ewe's milk, suckling lamb growth rate and blood chemistry changes. *J. Dairy Sci.*, 72 (Supl. 1), 425.

- INRA 1988. Alimentation des bovins, ovins & caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 471 pp.
- Jenkins T.C., Palmquist D.L. 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.*, 67, 978-986.
- Johnson A.R., Tracey M.V. 1974. Polyunsaturated ruminant food products: a completely new range of foods derived from a more efficient animal. Proc. IV Int. Congress Food Sci. and Technol., IATA, Valencia, Vol. 5, 3-11.
- Johnson Jr J.C., Utley P.R., Mullinis Jr B. G., Merrill A.. 1988. Effects of adding fat and lasalocid to diets of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 71, 2151-2165.
- Kent B.A., Arambel M.J. 1988. Effect of calcium salts of long-chain fatty acids on dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 71, 2412-2415.
- Kovessy M., Robinson J.J., Loug A.K., Aitken R.P. 1987. The effect of a dietary supplement of protected fat on the yield and composition of milk from ewes receiving different levels of fish meal in their diet. *Anim. Prod.*, 44, 482.
- Lanham J.K., Coppock C.E., Wilks D.L., Brooks D.N., Horner J.L. 1988. Effects of whole cottonseed and (or) niacin on lactating Holstein cows in hot weather. *J. Dairy Sci.*, 71 (Supl 1), 253.
- Lanzani A., Bondioli P., Mariani A., Fedeli E., Polidori F., Dell'Orto V., Corino C., Giusi A., Contarini G., Ferro E. 1985. Prove di impiego di un liquid feed addizionato di grassi protetti nell'alimentazione di capre in lattazione. Atti VI Congresso Nazionale Associazione Scientifica Produzione Animale. Perugia, p 87-92.
- Lu C.D., Potchoiba M.J., Ivey D. 1988. Productive performance of lactating dairy goats fed isoepergetic diets containing hydrolyzed animal fat. *J. Dairy Sci.*, 71 (Supl. 1), 255.
- McAllan A.B., Knight R., Sutton J.D. 1983. The effect of free and protected oils on the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and duodenum of sheep. *Br. J. Nutr.*, 49, 433-440.
- McDonald I.W. 1948. The absorption of ammonia from the rumen of the sheep. *Biochem. J.*, 42, 584-592.

- Moody E.G., Van Soest P.J., MacDowell R.E., Ford G.J., 1967. Effect of high temperature and dietary fat on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 50, 1909-1917.
- Moore J.H., Christie W.W. 1984. Digestion, Absorption and transport of fats in Ruminant animals. *In: Fats in Animal Nutrition*. J. Wiseman, Ed. Butterworths. London. p. 123-149.
- Moore J.A., Swingle R.S., Hale W.H. 1986. Effects of whole cottonseed, cottonseed oil or animal fat on digestibility of wheat straw diets by steers. *J. Anim. Sci.*, 63, 1267-1273.
- Morand-Fehr P., Bas P., Sauvant D. 1981. Influence des lipides proteges sur les performances et le metabolisme des chevres en debut de lactation. *In: Nutrition et systemes d'alimentation de la Chèvre*. INRA-ITOVIC. Tours. p. 27-44.
- Morand-Fehr P., Sauvant D., Bas P. 1984. Utilisation des matieres grasses chez les ruminants. Experiences francaises realisees sur chevres laitières. *In: Peut-on et comment utiliser les matieres grasses dans les rations des vaches laitières?*. Inst. Nat. Agron. Paris Grignon, Paris. p D1-D22.
- Murphy J.J., Morgan D.J. 1983. Effect of inclusion of protected and unprotected tallow in the supplement on the performance of lactating dairy cows. *Anim. Prod.*, 37, 203-210.
- NRC, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle, Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., 157 p.
- O'Kelly J. C. 1987. Influence of dietary fat on some metabolic responses of cattle to hyperthermia induced by heat exposure. *Comp. Biochem. Physiol.*, 87 A, 677-682.
- Oldham C.M., Lindsay D.R. 1984. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. *In: Reproduction in Sheep*. Ed. D.R. Lindsay y J.L. Pearce. Australian Academy Science. Canberra. p 274-276.
- Palmquist D. L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *In: Fats in Animal Nutrition*. J. Wiseman. ed. Butterworths. London. p. 357-381.
- Palmquist D. L. 1988. The Feeding Value of Fats. *In: World Animal Science. Disciplinary Approach B*. E.R. Orskov. Ed. Vol. 4. Elsevier. London. p. 293-312.

- Palmquist D.L. 1988. Effects of calcium salts and palm fatty acid distillate on feed intake, rumen fermentation and milk yield in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 71 (Supl 1), 254.
- Palmquist D.L. 1990. Using fat strategically in dairy cattle rations. Proceedings, International Animal Nutrition Symposium, Brussels, Belgium. 25 Sept. 1990. National Renderer's Association. 24 pp.
- Palmquist D. L., Jenkins T.C. 1980. Fat in lactation rations: Review. *J. Dairy Sci.*, 63, 1-14.
- Pérez Hernández M., Robinson J.J., Aitken R.P., Fraser C. 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. *Anim. Prod.* 42, 455.
- Polidori F., Cheli F., Baldi A., Corino C., Dell'Orto V. 1989. Influenze sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte di capra di una dieta addizionata di saponi di calcio. Atti del XXIV Simposio Internazionale di Zootecnia, "Piccoli ruminanti oggi". Ed. G.F. Greppi y M. Corti. Milano, 20 aprile 1989. p. 149-153.
- Robinson, J.J. 1986. Formulation of feeding strategies for sheep. Page 76 In: Proceedings of an international seminar: Feedingstuffs evaluation, modern aspects, problems, future trends. Ed. R.M. Livingstone. Aberdeen. p 76-92.
- Sauvant D., Morand-Fehr P., Bas P. 1986. L'intérêt des lipides dans les aliments concentrés: Observations chez la chèvre. *Les Dossiers de l'Elevage*, 5, 51-57.
- Scaramuzzi R.J., Downing J.A. 1990. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones. III International Ruminant Reproduction Symposium. Nice, 25-28 March 1990.
- Scott T.W., Cook L.J., Ferguson K.A., Mc Donald I.W., Buchanan R.A., Gills G.L. 1970. Production of polyunsaturated milk fat in domestic ruminants. *Aust. J. Sci.*, 32, 291-293.
- Scott T.W., Cook L.J. 1975. Effect of dietary fat on lipid metabolism in ruminants. In: Digestion and Metabolism in the Ruminant. I.W. McDonald & A.C.I. Warner Eds. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, N.S.W. p. 510-532.

- Skaar T.C. , Grummer R.R. 1988. Effects of pre - and post-partum supplementation of fat and niacin on lactation performance and lipid metabolism. J. Dairy Sci., 71 (Supl 1), 154.
- Skaar T.C., Grummer R.R., Dentine M.R., Stauffacher R.H. 1989. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. J. Dairy Sci., 72, 2028-2038.
- Skian D., Moallen U. 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. 1991. J. Dairy Sci., 74, 510-517.
- Steele W. 1979. The performance of lambs reared by ewes given protected lipids during late pregnancy and early lactation. Anim. Prod., 28, 287-296.
- Steele W. 1985. The role of fats and oils in the nutrition of ruminants. In: Feed Grade Animal Fats (FGAF) in Feeds. R.E. Atkinson Ed. N.R.A - U.S.D.A. p. 33-39.
- Sutton J.D. 1988. Concentrate feeding and milk composition. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition. Ed. W. Haresign y D.J.A. Cole. Butterworths. London. 2, 97-110.
- Torre C., Casals R., Caja G., Paramio M.T., Ferret A. 1991. The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring. In: Etat Corporal des Brebis et Chèvres. Options Méditerranéennes, Serie A, 13: 85-90.
- Viviani R. 1970. Metabolism of long-chain fatty acids in the rumen. In: Advances in lipid research, Vol. 8, 267-346.

## II. EXPERIENCIA I

### EFFECTOS DE LA UTILIZACIÓN DE JABONES CALCICOS Y DE PROTEINAS DE BAJA DEGRADABILIDAD EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS DE ORDEÑO.

#### RESUMEN

Cuarenta y ocho ovejas de raza Manchega fueron utilizadas según un diseño 2x2, durante toda una lactación (4 semanas cría + 17 semanas ordeño), a fin de evaluar los efectos, sobre la producción y composición de la leche, del empleo en el concentrado de jabón cálcico de ácidos grasos (0 y 20 %) y de dos niveles de proteína no degradable (5.6 y 8.6 %). Esta se varió aumentando simultáneamente el contenido en PB del pienso (18 y 20 %) por inclusión en el mismo de una mezcla de harina de sangre y gluten meal. Dicho concentrado se suministró en sala de ordeño (2 veces/día), a razón de .8 Kg/día durante la cría (semanas 0-4) e inicio de ordeño (s. 4-8) y de .6 kg/día en mitad (s. 8-14) y final de ordeño (s. 14-21). La ración de volumen fue en base a heno de veza-avena y pasto de rastrojeras, durante la cría, y heno de alfalfa y pasto de ray-grass italiano en el ordeño. La producción de leche no se vió afectada en ningún periodo por los factores estudiados. La inclusión de jabón cálcico en el concentrado aumentó el porcentaje de grasa de la leche a lo largo de toda la lactación, y la producción de grasa y el porcentaje de materia seca, excepto al final de la misma. Asimismo, la producción de leche estandarizada por energía (1030 kcal/l) tendió al aumento, siendo mayor en mitad del ordeño. Por contra, el JCAG disminuyó el porcentaje y la producción de proteína, especialmente al final de la lactación y al principio de la misma, respectivamente. La suplementación con proteína no afectó a la producción de leche, pero aumentó los porcentajes de grasa y de materia seca en la segunda mitad de la lactación, y el de proteína, en mitad de ordeño, de forma que en dicho periodo redujo el descenso en la tasa proteica causado por el jabón cálcico. Los tratamientos no afectaron al crecimiento de los corderos en cría.

#### INTRODUCCION

En los sistemas mediterráneos de explotación de ovejas lecheras, el contenido en grasa bruta (GB) de la leche es uno de los principales condicionantes del precio de la misma. No hay que olvidar que muchos de los quesos que con ella se fabrican se caracterizan precisamente por su alto contenido en materia grasa. En el caso particular del queso "Manchego", la leche de calidad tipo, por debajo de la cual se aplican descuentos, debe contener al menos un 8 % de G.B. (Caja y Such, 1991). Este límite no siempre es fácil de superar, dado que las condiciones de aridez de la zona limitan la producción forrajera y comportan, en lactación, raciones con elevado aporte de concentrados. En



consecuencia disminuye la relación forraje/concentrado de la ración, lo que puede producir descensos en el contenido en grasa de la leche (Sutton 1989).

En este sentido, la disponibilidad de diversos tipos de grasas "by-pass", y en concreto de los jabones cálcicos (JCAG), inertes a nivel ruminal, tanto en vacuno (Jenkins y Palmquist, 1984) como en ovino (Skian *et al.*, 1990 y Elmeddah *et al.*, 1991), ha permitido demostrar, sobre todo en esta especie, su utilidad para modificar el contenido en grasa de la leche. En efecto, la utilización de JCAG en ovejas de carne en periodo de cría, ha incrementado entre 1.1 y 2.6 puntos el porcentaje de G.B. de la leche (Robinson, 1986; Kovessy *et al.*, 1986; Pérez Hernández *et al.*, 1986; Horton *et al.*, 1989). Dichos autores no han encontrado respuesta en cuanto a la producción de leche, observándose, en cambio, con la utilización de JCAG, una tendencia al descenso en el porcentaje de proteína bruta (PB) de la misma (Robinson, 1986; Kovessy *et al.*, 1986; Pérez Hernández *et al.*, 1986).

Por otra parte, también en ovejas en cría, al inicio de la lactación, aumentos en el porcentaje de P.B. de la ración han mejorado la producción de leche (Robinson *et al.*, 1974, 1979; Cowan *et al.*, 1980, 1981; Penning y Treacher, 1981). Los incrementos obtenidos han sido mayores al complementar la ración con proteínas de baja degradabilidad (Robinson *et al.*, 1979; González *et al.*, 1982; Penning y Treacher, 1981; Loerch *et al.*, 1985), en cuyo caso se han observado asimismo mejoras en el porcentaje en proteína de la leche (Argenteria, 1982; González, 1984; Penning y Treacher, 1981).

Paralelamente, en vacuno, donde la utilización de grasas suele conducir también a descensos en el porcentaje de PB de la leche (Palmquist, 1984; De Peters *et al.*, 1987; Jenkins y Jenny, 1989; Doreau y Chilliard, 1992), mejoras en la disponibilidad intestinal de aminoácidos, ya sea mediante el suministro adicional de fuentes proteicas de baja degradabilidad, como la harina de pescado (DePeters y Palmquist, 1990), de caseína a nivel abomasal (Cant *et al.*, 1991), o de aminoácidos protegidos (Canale *et al.*, 1990; Chow *et al.*, 1990), han permitido reducir en parte dicho descenso del contenido proteico de la leche, inducido por los lípidos. En cambio, aumentos en el porcentaje de PB de la ración, sin variar la proporción de proteína degradable de la misma, por medio de la adición de soja, no han podido prevenir la depresión causada por los lípidos en el porcentaje de PB de la leche (Kim *et al.*, 1991).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, y que en ovino lechero son poco conocidos los efectos de la inclusión de lípidos protegidos en la ración, el objetivo de esta publicación es estudiar los efectos de la utilización, en los piensos de ovejas de ordeño, de jabón cálcico (JCAG) y de dos niveles de proteína bruta, y en concreto de la fracción de proteína no degradable (PND), sobre la producción y composición de leche, y sobre el crecimiento de los corderos.

## MATERIAL Y METODOS

### Animales y raciones experimentales

Cuarenta y ocho ovejas de raza Manchega, cuya cubrición se había llevado a cabo mediante un tratamiento de sincronización de celos con esponjas vaginales de acetato de fluorogestona (Chrono-gest, Intervet, Salamanca), fueron distribuidas al final de la gestación en cuatro lotes experimentales, según un diseño factorial 2 x 2 en bloques equilibrados, en el que los factores fueron el contenido de PND (5.6 y 8.6 %) y de JCAG (0 y 20 %) en el concentrado. Dichos lotes se constituyeron en función de los antecedentes lecheros, número de corderos criados, y peso vivo y condición corporal de las ovejas al parto, asignándose al azar cada lote a uno de los tratamientos experimentales.

Las ovejas fueron alojadas, en condiciones de semiestabulación, en la Granja Experimental de la Facultad de Veterinaria de la U.A.B., saliendo al pasto durante el día (10.30 a.m.-4.30 p.m.), y permaneciendo el resto del tiempo (4.30 p.m.-10.30 a.m.) en el aprisco, donde se completó su ración con forrajes conservados y el concentrado experimental. Después de un periodo de cría de 4 semanas de duración, los corderos fueron destetados y las ovejas pasaron al ordeño a máquina, siendo ordeñadas dos veces al día (9 a.m. y 5 p.m.). Para ello se utilizó una sala de ordeño tipo Casse 2x12 (Westfalia Separator Ibérica, Granollers, Spain) a: 44 kPas de nivel de vacío, 120 pulsaciones por minuto, y 50 % de relación de pulsación, aplicando una rutina de ordeño con repaso a mano y con distribución de concentrado.

A efectos experimentales la lactación se dividió en cuatro periodos, correspondientes a: cría (0-4 s.), inicio del ordeño (5-8 s.), mitad del ordeño (9-14 s.) y final de ordeño (15-21 s.).

La ración de volumen (ver composición de los alimentos en el cuadro 1) varió según la época del año, ajustándose a la disponibilidad de forrajes. Así durante la cría, en pleno invierno, se basó en 0.8 kg/oveja y día de heno de veza-avena y en el pastoreo de praderas naturales de secano (rastrojeras y sotobosque). En los periodos de ordeño, que coincidieron con la primavera, los animales pastaron de forma racionada durante unas 6 horas al día en una pradera de secano de ray-grass italiano, recibiendo en el comedero .3 kg de heno de alfalfa por oveja y día

Los concentrados fueron formulados (Cuadro 2) en base a cebada, maíz, remolacha, turtó de soja y heno de alfalfa. Los piensos ricos en lípidos se obtuvieron substituyendo parte de los cereales por un 20 % de JCAG (Jabón cálcico de aceite de palma, Norel S.A., Madrid) y los ricos en proteína, con alto contenido en PND, utilizando harina de sangre (2%) y gluten meal (10 %) en substitución básicamente de turtó de soja.

Así, los concentrados experimentales fueron: Pienso 1: con 0% JCAG y 5.6% PND; Pienso 2: con 20 % JCAG y 5.6 % PND; Pienso 3: con 0 % JCa y 8.6 % PND; y Pienso 4: con 20 % JCAG y 8.6 % PND.

El contenido en Proteína Bruta (% P.B./Kg M.S.), según el análisis químico (Cuadro 1), varió desde un 20%, en los piensos con bajo nivel de PND, a un 22% en los piensos ricos en este tipo de proteína. El porcentaje de proteína degradable, estimado, al igual que el de PND, según tablas N.R.C. (1989) a partir del contenido real en PB y de la degradabilidad de los componentes del concentrado, fue de un 12.26% en los piensos con bajo contenido en PND y de un 11.03% en los suplementados.

El consumo de concentrado se inició 2±1 semanas antes del parto (periodo preexperimental), a razón de 500 g/oveja y día, que se suministraban en una sola toma diaria antes de la salida al pasto, en el comedero del aprisco, dotado de cornadiza autoblocante. Durante el periodo experimental, que duró desde inmediatamente después del parto hasta el final de la lactación, el concentrado se distribuyó en la sala de ordeño, repartido en dos tomas diarias. La cantidad suministrada fue de 800 g/oveja y día durante la cría (semanas 0-4) e inicio de ordeño (s. 4-8) y de 600 g/día en mitad (s. 8-14) y final de ordeño (s. 14-21). La relación forraje/concentrado de la ración total, se estimó en un 60/40 en los dos primeros de estos periodos, y en un 70/30 en los dos últimos. El cálculo de la misma se realizó mediante el programa informático Inration (Agrilog, Paris, France), estimando la cantidad de forraje consumida en el pasto a partir de los datos de ingestión del resto de los alimentos, del nivel de producción lechera, y de las variaciones de condición corporal observadas.

#### Toma de muestras y análisis

La toma de muestras de alimentos se realizó mensualmente, en el caso de los heno y de los concentrados, y quincenalmente en el caso de la pradera de ray-grass italiano. Una parte de cada muestra fue desecada en estufa a 103±1 °C, durante 24 h., para determinación de la materia seca. El resto, previa desecación del ray-grass italiano en estufa a 70±1 °C para su conservación, fue molida y tamizada a través de un cedazo de 1mm, siendo posteriormente analizada, de acuerdo con la metodología de la AOAC (AOAC, 1984), determinándose las Cenizas, la Proteína Bruta (N Kjeldhal x 6.25), la Fibra Bruta y el Extracto Etéreo. Igualmente, en el caso de los concentrados, se determinó el Extracto Etéreo con Hidrólisis Ácida previa (JOCE, 1984), mediante ebullición suave en HCl 3 N durante 1h., para la extracción de los lípidos aportados en forma de JCAG.

La producción de leche de las ovejas durante el periodo de cría se estimó semanalmente, mediante el método propuesto por McCance (1959) y revisado por Doney *et al.* (1979). Para ello, en cada control se realizaron 2 ordeños manuales consecutivos, con

un intervalo de 4 horas, previa inyección endovenosa de 4 UI de oxitocina (Veterin-Lobulor, Lab. Andreu, Barcelona), midiéndose la leche del segundo ordeño en una probeta graduada. De la misma se tomaba una muestra para su posterior análisis.

La producción de leche durante el ordeño se controló igualmente una vez por semana, en los ordeños de la mañana y de la tarde, hasta un total de 17 controles (120 días de ordeño), siempre que la producción total de leche diaria fuera superior a 200 ml/oveja. En este caso los análisis se realizaron con periodicidad quincenal. La muestra de leche diaria, para su análisis posterior, se obtuvo a partir de las muestras de la mañana y de la tarde, mezclándolas de forma proporcional en función de la producción obtenida en ambos ordeños.

Hasta el momento de analizarlas, las muestras de leche se mantuvieron en nevera a  $4 \pm 1$  °C, utilizándose dicromato potásico (1 cuentagotas de solución al 7% / muestra de leche de 200 ml) como conservante. Los análisis se realizaron según la metodología oficial de referencia (FIL-ISO-AOAC), para leche y productos lácteos, revisada por Tuinstra-Lauwaars, Hopkin y Boelsma (1985), determinándose la grasa bruta por el método de Gerber, la proteína bruta mediante el de Kjeldhal ( $N \times 6.38$ ), en un equipo Kjeltoc Auto 1030 Analyzer (Tecator, Höganäs, Sweden), y la materia seca por desecación de unos 3 ml de muestra, después de permanecer en estufa a  $102 \pm 1$  °C, hasta peso constante (12-18 h.).

La evolución del peso vivo y de la condición corporal de las ovejas se evaluó semanalmente. Las pesadas se llevaron a cabo en ayunas mediante una báscula portátil para ovino (Percar S.A., Manresa, Spain) provista de un dinamómetro de  $200 \pm 0.5$  kg. La condición corporal se estimó según el método propuesto por Russell *et al.* (1969), expresándola como un índice entre 0 y 5, con apreciación de 0.5 puntos.

### Análisis Estadístico

El tratamiento de los datos se hizo utilizando el "general linear model procedure" del paquete estadístico SAS (SAS, 1982), realizándose un análisis de varianza de mínimos cuadrados para diseños factoriales (Steel *et al.*, 1980). El modelo empleado, tanto para los datos de producción y composición de leche, como para los referentes a peso vivo y condición corporal de las ovejas fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + (GP)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

siendo:

$\mu$  = Media general;

$G_i$  = Efecto del nivel de JCAG (0, 20%),  $i = 1, 2$ ;

$P_j$  = Efecto del nivel de PND (5.6, 8.6%),  $j = 1, 2$ ;

$(GP)_{ij}$  = Efecto de la posible interacción entre el nivel de JCa y el nivel de PND;

$\epsilon_{ijk}$  = Error residual de la estimación.

Para el estudio del crecimiento de los corderos, los datos analizados se ajustaron usando el peso al nacimiento como covariable. En este caso, una vez comprobado que no hubo interacciones entre los niveles de JCAG y de PND, se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk1} = \mu + G_i + P_j + T_k + \epsilon_{ijk1}$$

siendo:

$\mu$  = Media general;

$G_i$  = Efecto del nivel de JCAG (0, 20%),  $i = 1, 2$ ;

$P_j$  = Efecto del nivel de PND (5.6, 8.6%),  $j = 1, 2$ ;

$T_k$  = Efecto del tipo de parto (simple, doble),  $k = 1, 2$ ;

$\epsilon_{ijk1}$  = Error residual de la estimación.

En todos los casos las medias fueron comparadas por \*contrastes lineales\* a fin de evaluar los efectos de: 20% JCAG versus 0% JCAG, 8.6% PND versus 5.6% PND, y la interacción de los niveles de JCAG y de PND en el concentrado. Todos los datos se expresan como medias de mínimos cuadrados (least squares means)

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las altas dosis de lípidos protegidos (20 %) en dos de los piensos experimentales no fueron obstáculo para una buena granulación de los mismos y su ingestión, salvo casos puntuales, fue normal, a pesar de que desprendían un olor característico.

El análisis químico de los alimentos (Cuadro 2) indicó un descenso en el porcentaje de MO de los concentrados al utilizar JCAG (93.6±.05 vs. 89.9±.05). Su contenido en extracto etéreo (EE) aumentó poco respecto al de los piensos sin lípidos (3.6±.2 vs. 2.4±.15). Por el contrario, y tal como era de esperar, las diferencias en cuanto a EE realizado con hidrólisis ácida previa fueron considerables (18.8±.25 vs. 3.1±.2). Ello indica un aporte en lípidos del jabón cálcico próximo al 80 % (smf), lo que coincide con los resultados analíticos previos del mismo (81.7 %).

El valor energético de los piensos, estimado según tablas (N.R.C., 1989), aumentó de 1.78 Mcal/kg de MS, en los piensos sin JCAG, a 2.36 Mcal/kg de MS en los piensos que lo contenían. Los valores estimados (N.R.C., 1989) de PND, expresados en porcentaje de la PB, fueron de 31.4% y 44.1% en los piensos de bajo y alto contenido proteico respectivamente (Cuadro 2). Por su parte el contenido en fibra bruta, fue ligeramente inferior en los que se suplementaron con PND (9.55±.55 vs. 8.1±0).

Por lo que se refiere a los forrajes (Cuadro 1) hay que señalar la baja calidad del heno de veza avena utilizado, con un 8.2% de PB y con alto contenido en fibra (37%). Por otra parte se observó una disminución en el porcentaje en PB del ray grass italiano desde el inicio del ordeño (11.9±1.8) a mitad y final del mismo (8.3±1.4). En cambio, su contenido en fibra bruta fué en aumento desde los dos primeros periodos (20.3±2.1), al final

de la lactación ( $31.9 \pm 7$ ).

Los resultados de producción y composición media de la leche durante la cría, ordeño y total de la lactación, de cada uno de los lotes, se han resumido en el Cuadro 3, junto a los resultados del análisis de varianza, considerando los efectos del nivel de JCAG y de PND. Con el fin de ver la evolución de dichos efectos al avanzar la lactación y variar el aporte diario de concentrado, en los Cuadros 4 y 5 se han detallado, respectivamente, los resultados de producción y composición media de la leche para cada uno de los periodos experimentales: cría (1-4 s.) e inicio de ordeño (5-8 s.), en que el consumo de concentrado fue de 800 g/oveja y día, y mitad (semanas 5-10) y final de ordeño (semanas 11-17), en que se suministraron 600 g de concentrado por oveja y día. No se han especificado en ningún caso las interacciones entre JCAG y PND dado que no fueron significativas ( $P > .05$ ).

La producción de leche (Figura 1) no se vio afectada significativamente por ninguno de los factores de variación estudiados (JCAG Y PND), ni en el conjunto de la lactación, ni en ninguno de los periodos de la misma, a pesar de que durante la cría se observó una tendencia al aumento en el lote suplementado únicamente con proteína y una tendencia a disminuir en los lotes con JCAG. En el caso del lote con grasa más proteína la producción se mantuvo inferior a los restantes, especialmente en la primera mitad de la lactación.

En este sentido los resultados son similares a los indicados en la bibliografía de ovino, dado que la mayoría de autores que utilizaron JCAG en dicha especie, siempre con ovejas de carne en periodo de cría, obtuvieron una producción de leche similar al lote control (Robinson, 1986; Kovessy *et al.*, 1986; Pérez Hernández *et al.*, 1986), o descensos no significativos de la misma (Horton *et al.*, 1989).

En vacuno lechero, las respuestas a la suplementación con lípidos han sido variables, y parecen estar condicionadas en parte por la existencia o no de déficit energético. Así Ferguson *et al.* (1990) únicamente obtuvieron mejoras significativas en producción de leche cuando suministraron grasas saturadas a vacas de alta producción ( $>35$  l/d) en los dos primeros meses post parto y en balance energético negativo. Por su parte Schauff y Clark (1989) y Grummer *et al.* (1988) tampoco obtuvieron respuesta en vacas con baja producción, al final de la lactación.

En nuestro caso, uno de los posibles indicadores del balance energético de los animales, la condición corporal (CC), se mostró muy estable durante la cría (Figura 7) y con mínimas diferencias entre lotes. La máxima pérdida de CC respecto al parto se produjo a la primera semana de cría en los animales sin suplemento lipídico ( $-.17$  puntos de CC), mientras que la evolución de los que recibieron JCAG fue distinta ( $P < .05$ ), manteniendo prácticamente estabilizado dicho parámetro ( $+.04$  puntos de CC) Durante el resto de la cría, la CC no se vio afectada ni por el

aporte de JCAG ni por el nivel de PND.

Por lo que se refiere a la evolución del peso vivo [Figura 8], las mayores pérdidas se observaron a la tercera semana de cria en los lotes sin lípidos (-3.2 kg), mientras que los lotes que recibieron JCAG tendieron ( $P < .16$ ) a perder menos peso (-1.8 kg). Por otra parte en el pico de la lactación (semana 2), los animales de lotes suplementados con PND perdieron en promedio 1.5 kg más ( $P < .10$ ) de peso vivo respecto al parto que sus homólogos sin dicho suplemento.

Las pequeñas variaciones observadas en general en cuanto a PV y CC durante la cria, podrían indicar que los déficits energéticos fueron mínimos en la mayoría de los lotes, produciéndose, en el caso de los animales no suplementados con JCAG, una ligera movilización de reservas que al parecer fue mayor cuando recibieron suplemento proteico, razón por la que posiblemente el lote suplementado únicamente con proteína tendió a aumentar su producción lechera. En este sentido, Robinson *et al.* (1974 y 1979), Cowan *et al.* (1980 y 1981), Penning y Treacher (1981), González *et al.* (1982) y Leach *et al.* (1985) obtuvieron aumentos en la producción de leche en lotes de ovejas que recibieron suplementos proteicos. Robinson *et al.* (1974) asociaron las mejoras obtenidas a una mayor pérdida de peso en las ovejas que recibieron mayor nivel proteico. Igualmente, Orskov *et al.* (1977), en vacas lecheras en balance negativo, observaron aumentos en la producción de leche y una mayor movilización de reservas en las que recibieron infusión abomasal de caseína. Cowan *et al.* (1980, 1981), por su parte, no encontraron relación entre el porcentaje de PB de la ración y la movilización de reservas, y demostraron que la eficiencia de utilización de la energía movilizada, para producir leche, era superior con raciones ricas en proteína. Otros autores, en cambio, con el empleo de fuentes proteicas de baja degradabilidad, indicaron aumentos en el flujo de nitrógeno no amoniacal a través del abomaso (Robinson *et al.*, 1979; González *et al.*, 1982) de forma que previsiblemente pudiera mejorar la producción de leche por un mayor aporte, a nivel intestinal, de aminoácidos limitantes o de sustratos gluconeogénicos. Lynch *et al.* (1991), no obtuvieron sin embargo ningún aumento en la producción de leche ni por efecto del nivel de proteína de la ración, ni por la adición de AA protegidos a la misma.

En cuanto a la tendencia a disminuir la producción de leche en el lote con lípidos y proteína suplementaria, la alta dosis de JCAG (20 %) en el concentrado, en combinación con la PND, podría ir asociada a una menor disponibilidad de materia orgánica fermentescible (MOF) en el rúmen, de forma que hubiera empeorado el funcionamiento del mismo. Así, Casper *et al.* (1990), obtuvieron mejoras en producción de leche al utilizar carbohidratos rápidamente fermentescibles (lactosuero en polvo) en combinación con soja extrusionada como fuente de lípidos. En nuestro caso, de todas formas, a pesar de que el contenido en proteína degradable (Cuadro 2) de los concentrados con alto nivel

de PND es un 1.2 % inferior al resto, no parece que debiera haber sido un factor limitante para la producción, dado que en el lote suplementado únicamente con proteína (P) la producción ha sido mayor. Por ello es probable, que se hubiera producido un menor consumo de ración base en el lote con alto nivel de JCAG y proteína, sobre todo en la primera mitad de la lactación, con las consecuencias negativas indicadas sobre la producción lechera. No hay que descartar tampoco el posible efecto negativo del número de lactación de las ovejas, que en este lote fue ligeramente más bajo que en el resto.

El porcentaje de materia grasa de la leche (GB) fué, por su parte, la variable más afectada por el aporte de JCAG, de forma que en el conjunto de la lactación aumentó ( $P < 0.0001$ ) como media 1.8 puntos, equivalente a un aumento de un 22% respecto a los lotes no suplementados. Los efectos fueron particularmente importantes en las primeras 8 semanas post parto, durante la cria y principio de ordeño, en que el contenido en grasa aumentó ( $P < 0.0001$ ) en promedio 2.48 puntos (+ 37% respecto a lotes sin JCAG). Al avanzar la lactación, sin embargo, las diferencias se redujeron notablemente (Figura 3), de forma que al final del ordeño (s. 14-21) se obtuvo únicamente un aumento ( $P < 0.05$ ) de .72 puntos en el porcentaje de grasa (+ 7%). Ello puede ser debido, por una lado, a un menor aporte diario de concentrado a partir de la octava semana post parto, en que se pasó de 800 a 600 g por oveja y día, reduciéndose así el suministro de JCAG de 160 a 120 g por oveja y día. Por otra parte, a dosis de JCAG constante, la respuesta obtenida fue distinta según los periodos (cuadros 4 y 5). Así, asumiendo que las diferencias en producción de grasa en la leche son debidas al suplemento lipídico, se puede calcular una eficacia aparente de paso de la grasa suplementaria del JCAG a la leche, obteniéndose unos valores de 22.8% en cria, 13.6% al inicio del ordeño, coincidiendo con la crisis del destete, 17.0 % en mitad de ordeño y 5.3 % al final del mismo. En este sentido, en vacas lecheras, Eastridge y Palmquist (1988) indicaron mayores respuestas en el % de G.B. a las 2 semanas post parto que a las 6 semanas, mientras que Ferguson *et al.* (1990) sólo obtuvieron diferencias significativas en el primer mes de ordeño. Por su parte Glascock *et al.* (1979, 1980), citado por Storry (1988), demostró que al avanzar la lactación disminuye la transferencia de ácidos grasos a la leche y la parte de los mismos que se destina a fines energéticos, aumentando en cambio la deposición de lípidos en los tejidos.

En nuestro caso, en los lotes que recibieron JCAG, durante el ordeño, se observó una recuperación más rápida ( $P < 0.10$ ) de la C.C. (Figura 7), en concreto desde el destete hasta la décima semana de lactación (+0.2 puntos de C.C.). Ello coincidió en dichos animales con una mayor recuperación de peso ( $P < 0.05$ ) desde el parto hasta la décima semana de ordeño (+1.8 kg), y hasta la quinceava semana (+ 2.9 kg), lo que podría confirmar una mayor deposición de la grasa adicional del JCAG en los tejidos, a costa de menores efectos sobre el porcentaje de G.B. de la leche, al avanzar la lactación. Ferguson *et al.* (1990) y Hoffman *et al.*



(1991), indicaron igualmente un mayor aumento de peso en vacas suplementadas con lípidos.

En cualquier caso, las mejoras obtenidas al inicio de la lactación, en el porcentaje de grasa de la leche, mediante el empleo de 160 g de JCAG/ov. y día, son comparables a las indicadas en ovejas en cria por los autores citados anteriormente (Robinson, Kovessy, Perez Hernández, Horton, etc.), en algunas de cuyas pruebas (Pérez Hernández *et al.*, 1986, Kovessy *et al.*, 1986, Horton *et al.*, 1989) se utilizaron dosis notablemente superiores (200-300 g/oveja y día) a la nuestra. Por su parte Baldi *et al.* (1992), en cabras en ordeño, obtuvieron también aumentos en el contenido en grasa de la leche (+0.3 puntos) con dosis relativamente bajas de JCAG (6% en el concentrado), de forma que en relación a la dosis utilizada y al porcentaje de GB lotes no suplementados, la mejora indicada (+8.8 % respecto al control) fue considerable. Por contra, en vacuno lechero, Doreau y Chilliard (1992), a partir de un trabajo de revisión, indican aumentos de .04 puntos de porcentaje de GB con el uso de JCAG.

El nivel de proteína (PND) en el concentrado tuvo también efectos positivos sobre el porcentaje en GB de la leche en mitad de ordeño ( $P < 0.12$ ) y, en especial, al final del mismo ( $P < 0.06$ ). Ello coincidió con un empeoramiento de la calidad del ray grass italiano, uno de los componentes básicos de la ración, que vio reducido su contenido en PB y aumentado el nivel de fibra bruta, lo que podría haber limitado su ingestión. En vacas lecheras, Journet y Chilliard (1985) indicaron ligeros aumentos en el porcentaje de GB, debidos a una mayor ingestión de forraje al mejorar la nutrición proteica. Por su parte, Canale *et al.* (1990) sólo obtuvieron aumento en el porcentaje de GB cuando el suplemento proteico se combinó con lípidos, habiendo observado Hoffman *et al.* (1991) una tendencia similar. En la bibliografía de ovino, por otro lado, prácticamente no hay información al respecto.

Por efecto de la adición de JCAG, la producción de materia grasa aumentó ( $P < 0.05$ ) a lo largo de toda la lactación, excepción hecha del período final de ordeño (14-21 semanas), debido a las menores diferencias observadas en el mismo en cuanto al porcentaje de grasa. De forma similar se comportó la producción de leche estandarizada por energía (Figura 2), calculada según la fórmula propuesta por Molina *et al.* (1991), aunque en este caso las diferencias sólo fueron significativas en mitad de ordeño ( $P < 0.05$ ), y no en el conjunto de la lactación, a causa de la menor producción de leche durante la cria en los lotes con JCAG.

En cuanto a los efectos del JCAG sobre el porcentaje de proteína bruta de la leche (Figura 4) fueron negativos y crecientes a lo largo de la lactación (Cuadros 3 y 4), de forma que durante la cria se observó un descenso ( $P < 0.12$ ) de 0.18 puntos en el porcentaje de PB (-3.5 %), que fué evidente ( $P < 0.001$ ) durante el ordeño (-6.8 %), y en especial al final del mismo (-13.6 %). En ovejas en cria, Kovessy *et al.* (1986) y Pérez

Hernández *et al.* (1986), habían señalado descensos similares a los obtenidos en nuestro caso en dicho periodo. También en vacuno, Doreau y Chilliard (1992), a partir de una revisión de datos, indican un descenso medio de 0.13 puntos en el porcentaje de proteína (aprox. - 4% respecto al control), que sería más evidente al avanzar la lactación, tal como confirman los datos de Casper *et al.* (1990). En caprino, en cambio, la adición de un 6% de JCAG en el concentrado no tuvo consecuencias negativas sobre el porcentaje de PB (Baldi *et al.*, 1992).

La razón por la cual la adición de grasa a las raciones conduce a una depresión del porcentaje de PB es por el momento desconocida, y si bien Cant *et al.* (1991), en vacuno, han demostrado que se trata de un mecanismo que actúa independientemente del nivel de aminoácidos en el intestino, también es cierto que un suministro adicional de proteínas poco degradables como p.e. harina de pescado (De Peters y Palmquist, 1990), de aminoácidos protegidos (Canale *et al.*, 1990; Chow *et al.*, 1990), o de caseína a nivel abomasal (Cant *et al.*, 1991) ha permitido reducir parcialmente dicho descenso. Otros autores, como Klusmeyer *et al.* (1991) y Hoffman *et al.* (1991) no obtuvieron respuesta al variar la proporción de PND de la ración. En nuestro caso, el suplemento proteico tendió a mejorar el porcentaje de PB durante el ordeño ( $P < 0.16$ ), en mitad del cual (s. 9-14), coincidiendo con la época de menor contenido en proteína del pasto, el efecto del nivel de PND en el concentrado fue significativo ( $P < 0.05$ ), lo que permitió paliar en parte los efectos negativos del JCAG. Paralelamente, la PND mejoró ( $P < 0.05$ ) la recuperación de peso vivo entre las semanas 10 y 14 de lactación, sin que se observaran en ninguna otra época de la misma efectos similares.

La producción de proteína (Kg/oveja) se vio afectada negativamente ( $P < 0.06$ ) por el JCAG en el conjunto de la lactación. Al estudiarlo por periodos, los efectos fueron evidentes ( $P < 0.10$ ) durante la cria y el inicio de ordeño (0-8 s.), como consecuencia del ligero descenso en el porcentaje de PB y, fundamentalmente, de la tendencia a la baja en la producción de leche observada en esa primera mitad de la lactación. En cambio a partir de la octava semana post parto, en que la producción de leche fue muy similar en las ovejas con y sin JCAG, la producción de proteína no se vio afectada, a pesar de los descensos observados en el porcentaje de la misma. La suplementación proteica de la ración, por su parte, no la afectó en ningún periodo. En este sentido, Robinson (1986) había indicado mejoras en la producción de proteína en la leche al adicionar proteína a raciones con JCAG, aunque no especificó si las diferencias fueron significativas.

Como consecuencia de los importantes aumentos en el porcentaje de GB de la leche, especialmente en los dos primeros tercios de la lactación (s. 0-14), el JCAG aumentó ( $P < 0.0001$ ) el porcentaje de materia seca (MS) de la leche en dicho periodo y en el global de la lactación ( $P < 0.001$ ). En cambio, al final del

ordeño (s. 14-21) el progresivo empeoramiento del porcentaje de proteína propiciado por los lípidos, y la menor respuesta observada en cuanto al contenido en GB, impidió obtener mejoras en este sentido. Por otra parte, en los dos últimos tercios de la lactación (s. 8-21) el porcentaje de MS aumentó ( $P < 0.05$ ) por efecto del mayor nivel proteico (PND) del concentrado, probablemente a causa de las mejoras inducidas por éste sobre el porcentaje de PB de la leche. Ninguna de estas diferencias se reflejó en la producción total de MS, que no se vió afectada en ningún periodo por los factores de variación estudiados.

La mejora inducida por los lípidos en la calidad de la leche de las ovejas durante la cria tendió a aumentar el peso al destete y la velocidad de crecimiento de los corderos en dicho periodo (Figura 6), pero el efecto no fué significativo ( $P < .17$ ), observándose únicamente una reducción ( $P < .05$ ) en el índice de conversión de leche producida por la madre en peso vivo de cordero (Cuadro 6). En este sentido Horton *et al.* (1989) no obtuvieron tampoco diferencias sobre el crecimiento de los corderos, mientras que Pérez Hernández *et al.* (1986) indicaron un mayor peso al destete (+ 1 kg) de los corderos suplementados con JCAG, y una reducción de unos 300 g en el consumo de pienso por cordero, aunque no se especifica si las diferencias fueron estadísticamente significativas.

El nivel de PND en el concentrado de las ovejas no influyó en el crecimiento de los corderos, lo que indica que el aporte de nutrientes a los de los lotes no suplementados no fué limitante. En este sentido Frey *et al.* (1991), con ovejas en balance energético positivo, y buena disponibilidad de forraje para los corderos tampoco obtuvieron respuesta a un suministro adicional de PND. En cambio Vipond (1979) y Penning y Treacher (1981), con el suministro de harina de pescado, y Lynch *et al.* (1991), mediante la adición de AA protegidos obtuvieron aumentos en la velocidad de crecimiento.

## CONCLUSIONES

La inclusión de jabón cálcico en el concentrado permitió aumentar el porcentaje y la producción de grasa de la leche y el porcentaje de materia seca de la misma. Las mejoras fueron especialmente evidentes en los dos primeros tercios de la lactación. En cambio disminuyó el porcentaje de proteína de la leche, en especial al final del ordeño. Dicho descenso pudo ser parcialmente reducido, en mitad de ordeño, por la suplementación con proteínas poco degradables, que mejoraron también los porcentajes de grasa y de materia seca de la leche en la segunda mitad de la lactación. La producción de leche y el crecimiento de los corderos no se vieron afectados.

El jabón cálcico ha demostrado ser un método muy eficaz para mejorar el contenido en grasa de la leche, con pequeños efectos sobre la tasa proteica si se utiliza en el primer tercio de la lactación, o durante los dos primeros tercios de la misma en combinación con proteínas de baja degradabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official methods of analysis. 14th. ed. AOAC, Washington, DC.
- Argamentería, A., 1982. Evaluación de los efectos digestivos y metabólicos de la proteína de girasol tratada con formaldehído en raciones ovinas destinadas a la producción de leche. Thesis, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Spain.
- Baldi, A., F. Cheli, C. Corino, V. Dell'Orto, F. Polidori. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rumin. Res.* 6:303.
- Caja, G., and K. Such. 1991. Situación de la producción de leche de oveja en España. Principales sistemas de producción. *Ovis* 15:11.
- Canale, C.J., D.L. Muller, H.A. McCahon, T.J. Whitsel, G.A. Varga, and M.J. Lormore. 1990. Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:135.
- Cant, J.P., E.J. DePeters, and R.L. Baldwin. 1991. Effect of dietary fat and postruminal casein on milk composition of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:211.
- Casper, D.P., D.J. Schingoethe, and W.A. Eisenbeisz. 1990. Response of early lactation cows to diets that vary in ruminal degradability of carbohydrates and amount of fat. *J. Dairy Sci.* 73:425.
- Cowan, R.T., J.J. Robinson, I. Mc Donald, and R. Smart. 1980. Effects of body fatness at lambing and diet in lactation on body tissue loss, feed intake and milk yield of ewes in early lactation. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 95:497.
- Cowan, R.T., J.J. Robinson, I. McHattie, and K. Pennie. 1981. Effects of protein concentration in the diet on milk yield, change in body composition and the efficiency of utilization of body tissue for milk production in ewes. *Anim. Prod.* 33:111.
- Chow, J.M., E.J. DePeters, and R.L. Baldwin. 1990. Effect of rumen-protected methionine and lysine on casein in milk when diets high in fat or concentrate are fed. *J. Dairy Sci.* 73:1051.

- DePeters, E.J., S.J. Taylor, C.M. Finley and T.R. Famula. 1987. Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. *J. Dairy Sci.* 70, 1192.
- DePeters, E.J., and D.L. Palmquist. 1990. Effect of fish meal and calcium salts of long chain fatty acids on the nitrogen content of milk. *J. Dairy Sci.* 73(Suppl. 1):242.(Abstr.)
- Doney, J.M., J.N. Pert, W.F. Smith, and F. Louda. 1979. A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *J. Agric. Sci.* 92:123.
- Doreau, M., and Y. Chilliard. 1992. Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait. *INRA Prod. Anim.* 5:103.
- Eastridge, M.L., and D.L. Palmquist. 1988. Supplemental energy as calcium soaps beginning at two or six weeks of lactation. *J. Dairy Sci.* 71(Suppl. 1):254.(Abstr.)
- Elmeddah, Y., M. Doreau and B. Michalet-Doreau. 1991. Interaction of lipid supply and carbohydrates in the diet of sheep with digestibility and ruminal digestion. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 116:437.
- Ferguson, J.D., D. Sklan, W. Chalupa, and D.S. Kronfeld. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2864.
- Frey, A., V. M. Thomas, R. Ansotegui, P.J. Burfening and R.W. Kott. 1991. Influence of escape protein supplementation to grazing ewes suckling twins on milk production and lamb performance. *Small Rumin. Res.* 3:1.
- González, J.S., J.J. Robinson, I. McHattie, and C. Fraser. 1982. The effect in ewes of source and level of dietary protein on milk yield, and the relationship between the intestinal supply of non-ammonia nitrogen and the production of milk protein. *Anim. Prod.* 34:31.
- González, J.S., J.J. Robinson, and I. McHattie. 1984. The effect of level of feeding on the response of lactating ewes to dietary supplements of fish meal. *Anim. Prod.* 40:39.
- Grummer, R.R. 1988. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 71:117.
- Hoffman, P.C., R.R. Grummer, R.D. Shaver, G.A. Broderick, and T.R. Drendel. 1991. Feeding supplemental fat and undegraded intake protein to early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 3468.

- Horton, G.M.J., Denise D. Palatini, and Catherine Treadwell-Hill. 1989. The effect of protected fat on the yield and composition of ewe's milk, suckling lamb growth rate and blood chemistry changes. *J. Dairy Sci* 72(Supl. 1):425.(Abstr.)
- Jenkins, T.C., and B.F. Jenny. 1989. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:2316.
- Jenkins, T.C., and D.L. Palmquist. 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.* 67:978.
- Journal Officiel des Communautés Européennes. 1984. Directive 84/4/CEE de 18 de Janvier de 1984 portant fixation des méthodes d'analyse communautaires pour le contrôle officiel des aliments des animaux. J.O.C.E., Bruxelles, Belgium L15:28.
- Journet, M., and Y. Chilliard. 1986. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 1. Taux butyreux: facteurs généraux. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.* 60:13.
- Kim, Y.K., D.J. Schingoethe, D.P. Casper, and F.C. Ludens. Lactational response of dairy cows to increased dietary crude protein with added fat. *J. Dairy Sci.* 74:3891.
- Kovessy, M., J.J. Robinson, A.K. Loug, and R.P. Aitken. 1987. The effect of a dietary supplement of protected fat on the yield and composition of milk from ewes receiving different levels of fish meal in their diet. *Anim. Prod.* 44:482.
- Klusmeyer T.H., G.L. Lynch, and J.H. Clark. 1991. Effects of calcium salts of fatty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. *J. Dairy Sci.* 74:2206.
- Loerch, S.C., K.E. McClure, and C.F. Parker. 1985. Effect of number of lambs suckled and supplemental protein source on lactating ewe performance. *J. Anim. Sci.* 60:6.
- Lynch, G.P., T.H. Elsasser, C. Jackson, JR., T.S. Rumsey, and M.J. Camp. 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine.
- McCance, I. 1959. The determination of milk yield in the Merino ewe. *Aust. J. Agric. Res.* 10:839.
- Molina, M.P., G. Caja, A. Torres, and L. Gallego. 1991. Energia bruta de la leche de ovejas de raza Manchega y bases para su estandarización energética. Page 277 in ITEA, Vol Extra, Nº 11, A.I.D.A., Zaragoza, Spain.

- Orskov, E.R., D.A. Grubb, and R.N.B. Kay. 1977. Effect of postruminal glucose or protein supplementation on milk yield and composition in Friesian cows in early lactation and negative energy balance. *Br. J. Nutr.* 38:397.
- Palmquist, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. Page 357 in *Fats in Animal Nutrition*, J. Wiseman, Butterworths, London.
- Penning, P.D., and T.T. Treacher. 1981. Effect of protein supplements on performance of ewes offered cut fresh ryegrass. *Anim. Prod.* 32:374.
- Pérez Hernández, M., J.J. Robinson, R.P. Aitken, and C. Fraser. 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. *Anim. Prod.* 42:455.
- Robinson J.J., C. Fraser, J.C. Gill, I. McHattie. 1974. The effect of dietary crude protein concentration and time of weaning on milk production and body-weight change in the ewe. *Anim. Prod.* 19:331.
- Robinson, J.J., I. McHattie, J.F. Calderón Cortés, and J.L. Thompson. 1979. Further studies on the response of lactating ewes to dietary protein. *Anim. Prod.* 29:257.
- Robinson, J.J. 1986. Formulation of feeding strategies for sheep. Page 76 in *Feedingstuffs evaluation, modern aspects, problems, future trends*. R.M. Livingstone, The Rowet Research Institute, Aberdeen, Scotland.
- Russell, A.J.F., J.M. Doney, and R.G. Gunn. 1969. Subjective assesment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72:451.
- Schauff, D.J., and J.H. Clark. 1989. Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production and milk composition. *J.Dairy Sci.* 72:917.
- Sklan, D., L. Nagar, and A. Arieli. 1990. Effect of feeding different levels of fatty acids or calcium soaps of fatty acids on digestion and metabolizable energy in sheep. *Anim. Prod.* 50:93.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2nd ed. Mc Graw-Hill book Co., New York, NY.
- Storry, J.E., 1988. The effect of dietary fat on milk composition. Page 111 in *Recent Developements in Ruminant Nutrition* (2). W. Haresign and D.J.A. Cole, Butterworths, London.

- Sutton, J.D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* 72:2801.
- Tuinstra-Lauwaars, M., E. Hopkin, S. Boelsma. 1985. Inventory of IDF/ISO/AOAC adopted methods of analysis for milk and milk products: 1985 update. *IDF Bulletin* 193:1.
- Vipond, J.E. 1979. Effect of clipping and diet on intake and performance of housed pregnant and lactating ewes. *Anim. Prod.* 28:451.



CUADRO 1. Ingredientes, composición química y valor nutritivo de los concentrados experimentales.

	Concentrado			
	Bajo PND <sup>1</sup>		Alto PND	
	0-JCAG <sup>2</sup>	200-JCAG	0-JCAG	200-JCAG
Ingredientes, en % s.m.f				
Jabón cálcico	-	20.0	-	20.0
Cebada	62.3	32.2	26.4	25.9
Maiz USA fino	-	-	22.3	-
P.Remolacha-18.5%	10.0	13.5	20.0	20.0
Cascarilla arroz	-	6.7	-	4.3
Harina soja (44% PB)	15.7	24.3	7.8	13.8
Heno Alfalfa	8.1	-	7.6	0.5
Gluten meal	-	-	10.0	10.0
H.Sangre	-	-	2.0	2.0
Urea	.3	.3	.3	.3
Carbonato cálcico	.6	-	.3	-
Fosfato cálcico	1.6	-	2.00	-
Fosfato disódico anh.	-	1.5	-	1.8
Cloruro Sódico	1.0	1.0	1.0	1.0
Sulfato Cálcico	.3	.4	.2	.3
C.V.M. <sup>3</sup>	.09	.09	.09	.09
Análisis químico, s.m.s.				
Matéria seca, %	88.5	90.6	88.5	90.5
Matéria orgánica, %	93.6	89.8	93.5	89.9
Proteína Bruta (PB)	19.8	20.0	21.8	22.2
Fibra bruta	9.0	10.1	8.1	8.1
Extracto etéreo (EE)	2.5	3.4	2.2	3.8
EE hidrólisis ClH	3.3	18.5	2.9	19.0
NEU <sup>4</sup> (NRC), Mcal/kg	1.79	2.35	1.77	2.36
PND <sup>4</sup> , % de la PB	30.3	32.5	45.0	43.2

<sup>1</sup> PND = Proteína no degradable.

<sup>2</sup> JCAG = Jabón cálcico de ácidos grasos de aceite de palma (Norel SA, Madrid) conteniendo: MS, 96.9%; grasa, 84.4% s.m.s.; cenizas 15.6% s.m.s.; Ca, 9% s.m.s. y ácidos grasos: C<sub>14</sub>:0, 1.5%; C<sub>16</sub>:0, 44%; C<sub>18</sub>:0, 5%; C<sub>18</sub>:1, 40%; y C<sub>18</sub>:2, 9.5%.

<sup>3</sup> C.V.M. = Complejo vitamínico mineral, conteniendo: I, .122%; Mn, 10.3%; Zn, 10.4%; Fe, 13.0%; Cu, 1.66%; Co, .034%; Se, .031%; Vit A, 10,700 UI/g; Vit D, 2,400 UI/g; Vit E, 56 UI/g; y antioxidante, 22.2%.

<sup>4</sup> Calculado según NRC (1989).

CUADRO 2. Composición química de los forrajes en % de la MS.

	Heno		Pasto ray grass italialiano		
	Veza- Avena	Alfalfa	Inicio <sup>1</sup> ordeño	Mitad <sup>2</sup> ordeño	Final <sup>3</sup> ordeño
Matéria Seca	91.1	94.2	18.2	17.6	21.2
Matéria Orgánica	92.8	90.7	89.0	90.9	91.0
Proteína Bruta	8.2	15.0	11.9	8.3	8.3
Extracto etéreo	37.0	37.4	18.4	21.7	31.9
M.E.L.N. <sup>4</sup>	46.5	37.3	56.3	59.0	48.4

Periodos de ordeño: <sup>1</sup> s. 5 a 8.

<sup>2</sup> s. 9 a 14.

<sup>3</sup> s. 15 a 21.

<sup>4</sup> Matérias extractivas libres de nitrógeno.

CUADRO 3. Efecto del nivel de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) y de proteína no degradable (PND) en el concentrado sobre la producción y composición de leche durante la cría (s. 1-4), el ordeño (s. 5-21) y el total de la lactación (s. 1-21).

	Tratamiento				Efecto (P<)*		
	Bajo PND <sup>1</sup>		Alto PND		±ES	JCAG	PND
	0-JCAG	20-JCAG	0-JCAG	20-JCAG			
<b>Leche, kg/oveja</b>							
Cria	45.7	43.8	50.6	42.8	3.9	.23	.62
Ordeño	89.1	92.8	86.6	79.6	7.7	.82	.32
Total	134.8	136.6	137.2	122.5	10.3	.53	.58
<b>LEE, kg/oveja<sup>5</sup></b>							
Cria	55.3	64.2	61.9	66.5	5.7	.24	.44
Ordeño	112.7	134.7	114.7	118.8	10.2	.21	.51
Total	168.0	198.9	176.6	184.0	14.0	.23	.86
<b>Grasa, %</b>							
Cria	7.39	9.66	7.41	10.35	.36	.0001	.33
Ordeño	7.85	9.67	8.50	9.97	.25	.0001	.07
Total	7.78	9.67	8.28	10.06	.24	.0001	.08
<b>Grasa, Kg/oveja</b>							
Cria	3.4	4.2	3.8	4.5	.4	.05	.40
ordeño	7.0	8.9	7.3	7.9	.7	.07	.61
Total	10.4	13.1	11.1	12.4	.9	.06	.99
<b>Proteína, %</b>							
Cria	5.22	5.02	5.14	4.98	.11	.12	.60
Ordeño	6.17	5.54	6.36	5.80	.15	.0003	.16
Total	6.01	5.41	6.09	5.62	.13	.0002	.29
<b>Proteína, Kg/oveja</b>							
Cria	2.4	2.2	2.6	2.1	.2	.08	.82
Ordeño	5.5	5.1	5.5	4.6	.1	.14	.57
Total	7.9	7.3	8.1	6.8	.1	.06	.81
<b>Materia Seca, %</b>							
Cria	18.0	20.2	17.7	20.3	.4	.0001	.84
Ordeño	19.2	20.2	19.9	20.7	.3	.008	.08
Total	19.0	20.2	19.5	20.6	.3	.0004	.14
<b>Materia Seca, Kg/oveja</b>							
Cria	8.2	8.8	9.0	8.8	.8	.80	.64
Ordeño	17.1	18.6	17.1	16.5	1.5	.78	.46
Total	25.3	27.4	26.1	25.3	1.9	.91	.77

\* Interacciones JCAG x PND no significativas (P>.10).

<sup>1</sup> LEE = Leche estandarizada por energía (1.03 Mcal/kg) = .11 x Porcentaje de grasa + .4 (Molina *et al.*, 1991).

CUADRO 4. Efecto del nivel de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) y de proteína no degradable (PND) en el concentrado sobre la producción (g/ov/d) de leche y de materias útiles durante los periodos de cría (s. 1-4), e inicio (s. 5-8), mitad (s. 9-14) y final (s.15-21) de ordeño.

	Tratamiento				±ES	Efecto (P<)*	
	Bajo PND <sup>1</sup>		Alto PND			JCAG	PND
	0-JCAG	20-JCAG	0-JCAG	20-JCAG			
<b>Leche</b>							
Cría	1,631	1,566	1,807	1,530	139	.23	.62
Inicio ordeño	1,057	1,046	1,051	860	86	.25	.28
Mitad ordeño	782	840	738	694	67	.92	.17
Final ordeño	545	576	535	540	60	.77	.70
<b>LEE</b>							
Cría	1,975	2,292	2,209	2,374	204	.25	.45
Inicio ordeño	1,098	1,390	1,117	1,116	103	.17	.23
Mitad ordeño	950	1,204	934	1,039	89	.05	.32
Final ordeño	785	881	815	856	85	.43	.98
<b>Grasa</b>							
Cría	120	152	135	160	14	.05	.40
Inicio ordeño	61	88	63	70	6	.02	.23
Mitad ordeño	58	79	58	69	6	.008	.41
Final ordeño	52	59	55	58	6	.33	.85
<b>Proteína</b>							
Cría	85	78	92	75	7	.08	.82
Inicio ordeño	59	55	59	47	5	.09	.38
Mitad ordeño	47	45	46	41	4	.35	.46
Final ordeño	37	33	37	32	4	.27	.94
<b>Materia Seca</b>							
Cría	293	315	321	313	27	.80	.64
Inicio ordeño	178	200	173	162	15	.73	.17
Mitad ordeño	145	167	143	145	13	.35	.35
Final ordeño	115	119	117	115	12	.93	.97

\* Interacciones JCAG x PND no significativas (p>.10).

<sup>1</sup> LEE = Leche estandarizada por energía (1.03 Mcal/kg) = .11 x Porcentaje de grasa + .4 (Molina et al., 1991).

CUADRO 5. Efecto del nivel de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) y de proteína no degradable (PND) en el concentrado sobre la composición de leche durante los periodos de cría (s. 1-4), e inicio (s. 5-8), mitad (s. 9-14) y final (s.15-21) de ordeño.

	Tratamiento				±ES	Efecto (P) <sup>a</sup>	
	Bajo PND <sup>1</sup>		Alto PND			JCAG	PND
	0-JCAG	20-JCAG	0-JCAG	20-JCAG			
Grasa, %							
Cria	7.39	9.66	7.41	10.35	.36	.0001	.33
Inicio ordeño	5.79	8.46	6.17	8.22	.32	.001	.83
Mitad ordeño	7.40	9.59	7.95	10.01	.30	.0001	.12
Final ordeño	9.63	10.44	10.34	10.95	.31	.03	.06
Proteína, %							
Cria	5.22	5.02	5.14	4.98	.11	.12	.60
Inicio ordeño	5.59	5.27	5.70	5.45	.13	.05	.30
Mitad ordeño	6.02	5.56	6.30	5.93	.01	.01	.05
Final ordeño	6.80	5.80	6.91	6.05	.16	.0001	.25
Materia Seca, %							
Cria	18.0	20.2	17.7	20.3	.39	.0001	.84
Inicio ordeño	16.8	19.1	16.7	18.8	.45	.0001	.68
Mitad ordeño	18.6	20.1	19.5	20.9	.35	.0001	.02
Final ordeño	21.2	20.0	20.8	21.7	.41	.39	.06

<sup>a</sup> Interacciones JCa x PND no significativas (P>.10)

CUADRO 6. Efecto del nivel de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) y de proteína no degradable (PND) en el concentrado suministrado a las ovejas, y del tipo de cria (TC= simple/doble), sobre el crecimiento de los corderos en cria (28±3 días).

	Tratamiento					Efecto (P) <sup>a</sup>		
	Bajo PND <sup>1</sup>		Alto PND		±ES	JCAG	PND	TC
	0-JCAG	20-JCAG	0-JCAG	20-JCAG				
Peso nacmto. (kg)	3.9	3.8	4.0	4.1	.11			
Peso destete <sup>1</sup> (kg)	10.1	10.8	10.8	11.1	.23	.16	.51	.05
A.P.D. <sup>1,2</sup> (g/d)	211	235	231	239	5.43	.17	.43	.005
I. conversión <sup>1,3</sup>	6.3	5.1	6.2	5.4	.25	.05	.73	.007

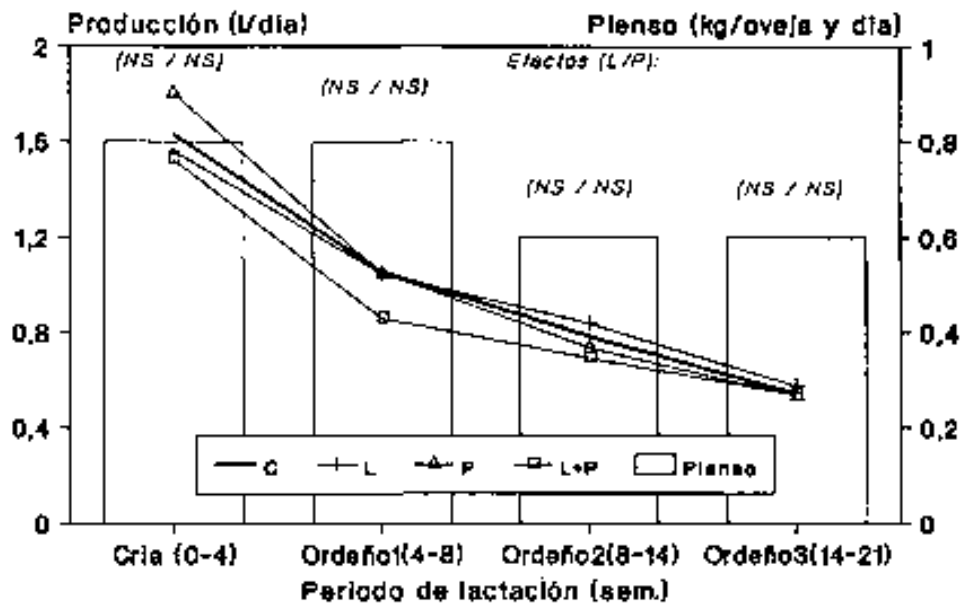
<sup>a</sup> Interacción JCAG x PND no significativa (P>.10).

<sup>1</sup> Valores obtenidos usando el peso al nacimiento como covariable.

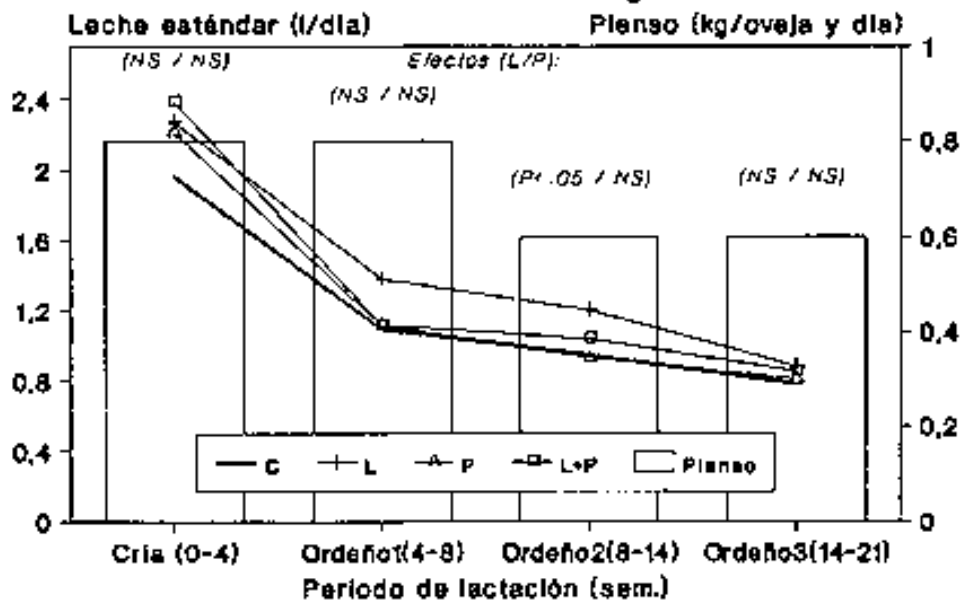
<sup>2</sup> A.P.D. = Aumento de peso diario.

<sup>3</sup> Índice de conversión: kg leche producida/kg de aumento de peso.

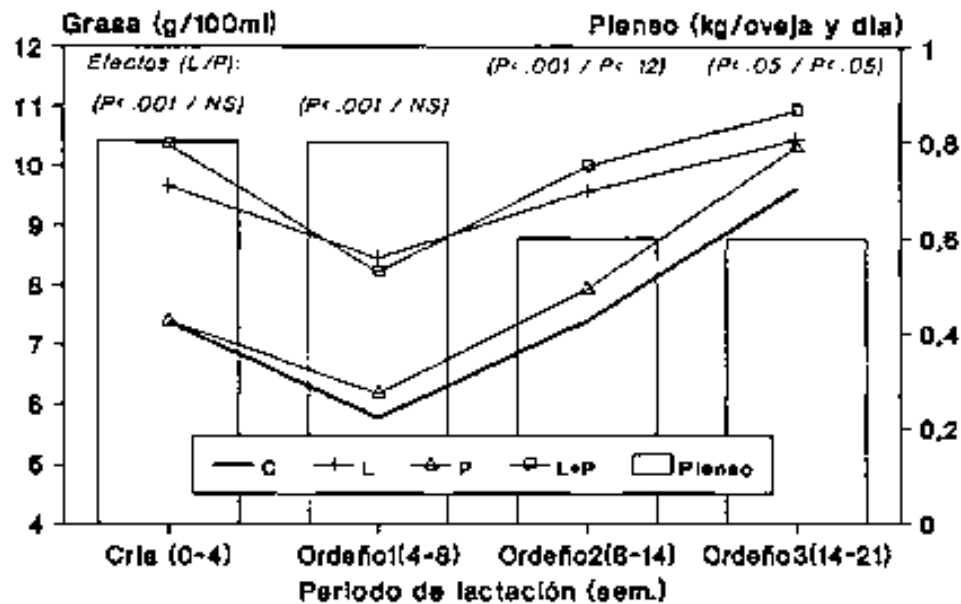
**Figura 1**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en pienso sobre la producción de leche**



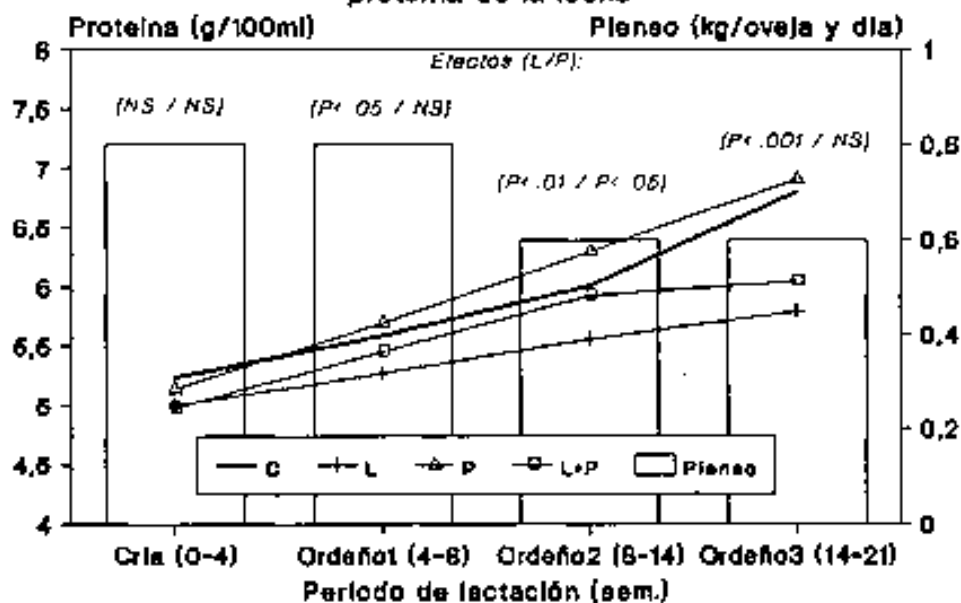
**Figura 2**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en el pienso sobre la cantidad de leche**  
**estandarizada en energía**



**Figura 3**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en el pienso sobre el contenido en grasa**  
**de la leche**

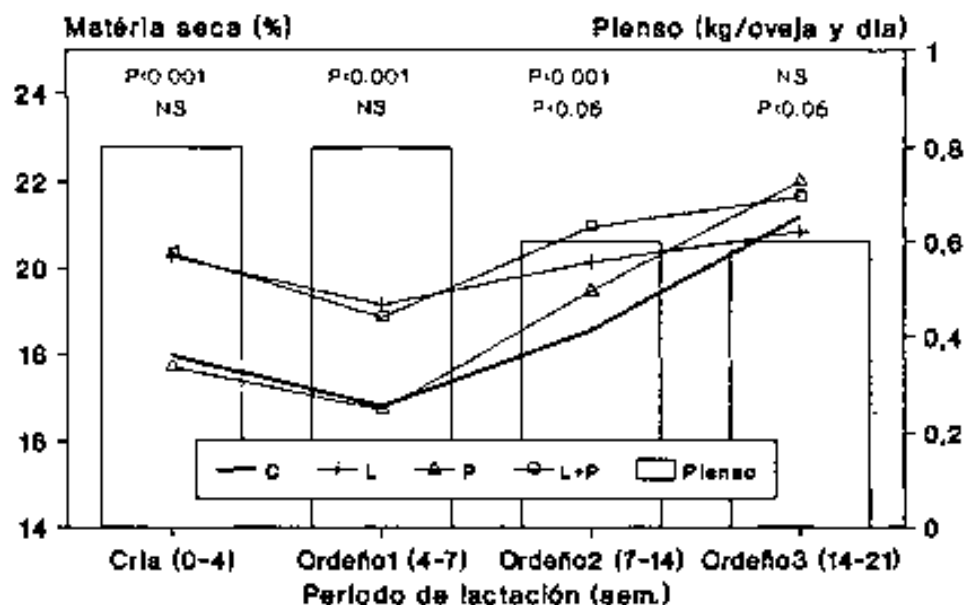


**Figura 4**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en el pienso sobre el contenido en**  
**proteína de la leche**

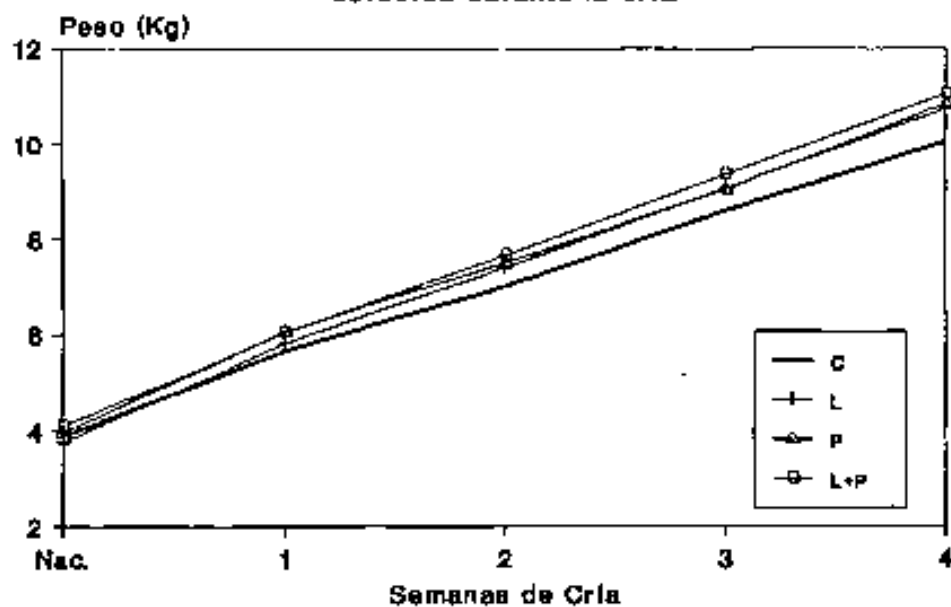




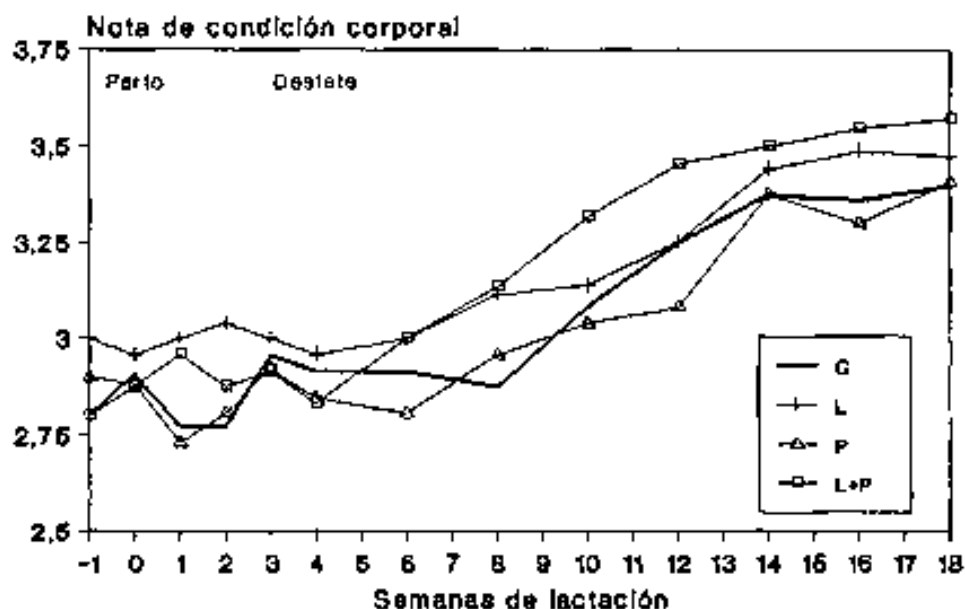
**Figura 5**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**sobre la materia seca de la leche**



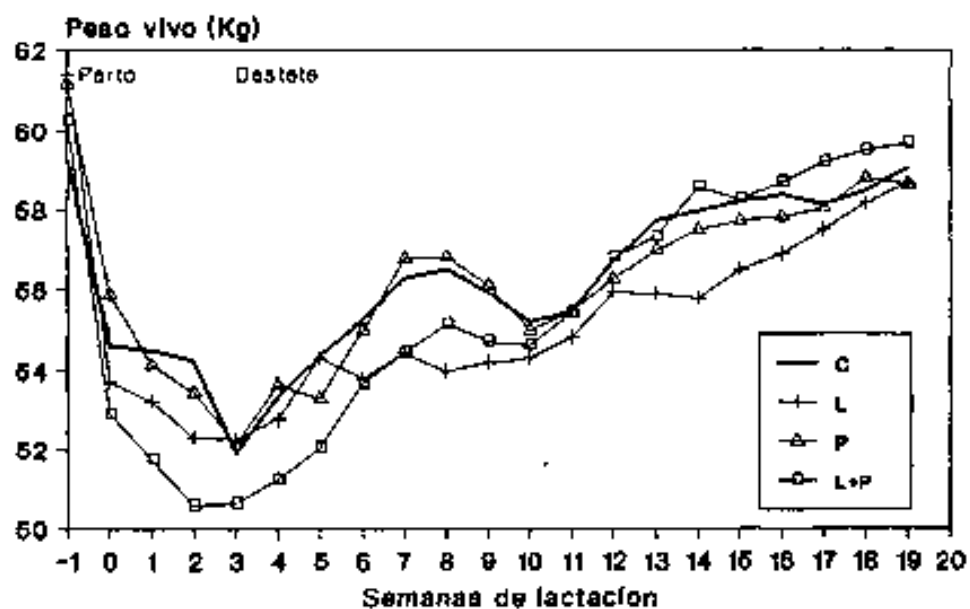
**Figura 6**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en pienso sobre el crecimiento de los**  
**corderos durante la cría**



**Figura 7**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en el pienso sobre la condición corporal**



**Figura 8**  
**Efecto de los Lípidos (L) y Proteína (P)**  
**en el pienso sobre el peso vivo**



### III. EXPERIENCIA II

#### RESPUESTA EN OVEJAS LECHERAS A LA VARIACION DE LA DOSIS DE LIPIDOS PROTEGIDOS EN EL CONCENTRADO.

##### RESUMEN

Cincuenta ovejas de raza Manchega fueron distribuidas en cinco lotes a fin de evaluar, durante toda una lactación, los efectos de la inclusión en el concentrado de distintos niveles de jabón cálcico de ácidos grasos (0, 5, 10, 15, 20 %) sobre la producción y composición de la leche. Dicho concentrado se ofreció en sala de ordeño (2 veces/día) a razón de 1.0 kg/día durante la cría (semanas 0-4 post parto) e inicio de ordeño (s. 5-7), 0.8 kg/d en mitad de ordeño (s. 8-14) y 0.6 kg/d al final del mismo (15-21 s.). La ración de volumen consistió en heno de alfalfa (0.5 kg/d) y de ray grass italiano (0.5 kg/d), durante la cría, y en pasto racionado (6 h./d) de ray grass italiano y heno de alfalfa (0.3 kg/d) en el ordeño.

La producción de leche no se vió afectada por el aporte de lípidos. Tampoco varió el crecimiento de los corderos en cría, a pesar de que durante la misma las producciones de grasa, materia seca y leche corregida por energía aumentaron linealmente con la dosis de lípidos. Los contenidos en grasa y en materia seca de la leche se incrementaron linealmente con el jabón cálcico en todos los periodos. Al final del ordeño dichos incrementos fueron asimismo de tipo cuadrático, observándose una saturación en la respuesta. Durante la cría y el ordeño, respectivamente, se obtuvieron aumentos medios de 1.5 y 1.2 puntos de porcentaje de grasa por cada 100 g. de jabón cálcico suplementarios. La eficacia aparente de producción de grasa suplementaria en leche fué mayor en cría (44 %) que durante el ordeño (23 %), en que tuvo valores mínimos al inicio del mismo debido a la crisis del destete. El porcentaje de proteína de la leche no se vió afectado durante la cría e inicio de ordeño, pero empeoró al avanzar la lactación, disminuyendo linealmente en los dos últimos periodos de ordeño. En el conjunto del ordeño la proteína disminuyó a razón de 0.28 puntos de porcentaje por cada 100 g de jabón cálcico. Esta pérdida equivale a menos de 25% de las mejoras obtenidas en grasa, y se reduciría si el jabón cálcico no se utilizara al final de la lactación.

##### INTRODUCCION

La utilización de lípidos protegidos, y en concreto de jabones cálcicos de ácidos grasos (JCAG), en la alimentación del ganado ovino, ha permitido obtener importantes mejoras en el porcentaje en grasa bruta (GB) de la leche. Así, en ovejas de carne en periodo de cría, y a dosis oscilando entre 75 y 300 g de JCAG/oveja y día, se han obtenido aumentos de entre .6 y 2.6 puntos en dicho porcentaje, equivalentes a un incremento medio

del 24 % en el contenido en grasa respecto a los lotes no suplementados (Robinson, 1986; Pérez Hernández et al., 1986; Kovessy et al., 1986; Horton et al., 1989). Por su parte Casals et al. (1992), en ovejas lecheras y con una dosis media de 140 g de JCAG/oveja y día, obtuvieron mejoras de 2.6 puntos (+37%) durante la cría y de 1.5 puntos durante el ordeño (+ 20 %). En general, y aunque no siempre las condiciones de los ensayos han sido análogas, la respuesta en el porcentaje de GB ha aumentado con la dosis de JCAG utilizada (Pérez Hernández et al., 1986; Kovessy et al., 1986; Horton et al., 1989).

Por el contrario, el empleo de JCAG ha tenido efectos más bien negativos sobre el porcentaje en proteína bruta (PB) de la leche, en especial al avanzar la lactación. Así, en ovejas en ordeño, Casals et al. (1992) indicaron un descenso medio de dicho porcentaje de .6 puntos (-9.6 % respecto al control). Por otra parte en ovejas en periodo de cría, diversos autores (Pérez Hernández et al., 1986; Kovessy et al., 1987; Casals et al., 1992) indicaron también una tendencia al descenso (-2%) en el contenido en PB, que fué más evidente a dosis iguales o superiores a 150 g/oveja y día (Pérez Hernández et al., 1986; Kovessy et al., 1987; Casals et al., 1992). Ello induce a pensar que posiblemente en ovejas en ordeño la amplitud de los efectos negativos del JCAG sobre el contenido en proteína de la leche pueda tener relación con la dosis de lípidos incluida en la ración.

En el caso de las ovejas lecheras, la producción de leche obtenida durante el ordeño se suele destinar a la fabricación de quesos, caracterizados en general por su alto contenido en grasa. Por dicho motivo la inclusión de lípidos protegidos en las raciones es cada vez más frecuente, dado que el porcentaje en grasa de la leche es uno de los factores que condicionan el precio de la misma en función de su calidad. En este sentido el contenido en proteína bruta de la leche tiene cada vez más peso específico, y en especial la fracción de caseína, por su relación con los rendimientos queseros. Por ello, en caso de utilizar lípidos protegidos, es importante hacerlo a dosis que minimicen los posibles efectos negativos de los mismos sobre el porcentaje en PB de la leche, máxime si se tiene en cuenta que una de las fracciones proteicas más afectadas, si es que ocurre como en vacuno, es precisamente la fracción caseínica (De Peters et al. 1987).

En consecuencia, teniendo en cuenta el incremento de costes que suele suponer la inclusión de lípidos protegidos en las raciones, y el hecho de que afecten en sentido inverso el contenido en grasa y en proteína de la leche, y en algunos casos la producción total de ambos componentes (Casals et al. 1992), se ha considerado de interés evaluar los efectos del empleo de diferentes dosis de un lípido protegido (JCAG) en el pienso de ovejas de ordeño, a fin de optimizar la utilización del mismo.

## MATERIAL Y METODOS

### Animales y raciones experimentales

Cincuenta ovejas lecheras de raza Manchega fueron utilizadas según un diseño en bloques equilibrados, en que el factor de variación fué la dosis de JCAG (0, 5, 10, 15, 20%) en el concentrado. Para ello fueron repartidas, al final de la gestación, en 5 lotes homogéneos en cuanto a número de lactación (1, 2 o >2), antecedentes de producción lechera, prolificidad (1 o 2), y peso vivo y condición corporal al parto, asignándose al azar cada lote a uno de los tratamientos experimentales.

La formulación del pienso control se hizo en base a cebada, maíz, pulpa de remolacha, harinas bajas de trigo, turtó y salvado de soja, gluten feed, granos de destilería de maíz, melazas, urea, minerales y vitaminas (Cuadro 2). Los piensos con un contenido creciente de lípidos (5,10,15,20%) se formularon substituyendo cebada por cantidades equivalentes de JCAG de aceite de palma (Norel S.A., Madrid, Spain). Asimismo, a fin de que los valores analíticos fueran semejantes, y en especial el porcentaje de proteína, en los concentrados con JCAG se aumentaron los contenidos en turtó de soja y gluten feed, en substitución de granos de destilería y salvado de soja, respectivamente, y se introdujeron heno de alfalfa y cascarilla de arroz en substitución de harinas bajas de trigo.

Las ovejas se mantuvieron en condiciones de semiestabulación, en la Granja Experimental de la Facultad de Veterinaria de la U.A.B. saliendo al pasto, en rebaño único, durante el día (10.30 a.m.-4.30 p.m.) y permaneciendo el resto del tiempo en el aprisco, donde se completó su ración con forrajes conservados y el concentrado experimental. A tal efecto se alojaron en corrales de 10 animales, disponiendo de comedero con cornadiza autoblocante. Desde el parto, y coincidiendo con las horas de estabulación de las ovejas, los corderos se amamantaron libremente, siendo destetados a las cuatro semanas de vida. En dicho periodo tuvieron siempre a su disposición pienso comercial granulado con el 17 % de PB (Corderos cebo, Purina, Barcelona, Spain), heno de ray grass italiano y agua. Después del destete de los corderos, las ovejas pasaron al ordeño a máquina, siendo ordeñadas dos veces al día (9 a.m. y 5 p.m.) en una sala de ordeño tipo Casse 2x12 (Westfalia Separator Ibérica, Granollers, Spain), aplicando una rutina de ordeño con repaso a mano y con distribución de concentrado. A la misma hora las ovejas criando corderos recibieron el concentrado en el cornadizo de la estabulación. Las características del equipo de ordeño fueron las indicadas por Casals *et al.* (1992). Las ovejas se secaron cuando su nivel de producción no superó los 200 ml/día o a al llegar a los 150 días de ordeño.

Dos semanas antes del parto se inició un periodo de adaptación de los animales a los concentrados experimentales. Durante el mismo se suministraron, antes de la salida al pasto, 0.5 kg de concentrado por oveja y día. La fase experimental comenzó inmediatamente después del parto, dividiéndose la lactación, a efectos experimentales, en cuatro periodos: cría (1-4 s.), e inicio (5-7 s.), mitad (8-14 s.) y final (15-21 s.) de ordeño. El aporte de concentrado por oveja fue de 1.0 kg/d durante la cría y principio de ordeño, 0.8 kg/d en mitad de ordeño y 0.6 kg/d al final del mismo.

La ración base (Composición en Cuadro 1) varió según la época del año en función de la disponibilidad de pasto. En el periodo de cría (1-4 s.), coincidiendo con el invierno, las ovejas, vigiladas por un pastor, pastaron praderas de secano naturales (rastrojeras y sotobosque), poco productivas y de calidad muy variable, que obligaron a un suministro importante en el aprisco de henos de alfalfa (0.5 kg/oveja y día) y de ray grass italiano (0.5 kg/oveja y día). Durante el inicio de ordeño (5-7 s.), realizado en las mismas condiciones de pastoreo, pero con menores necesidades nutritivas de los animales, se suministraron por oveja y día 0.25 kg de heno de alfalfa y 0.75 kg de ray grass italiano. El resto de la lactación (8-21 semanas de ordeño), llevada a cabo en primavera, las ovejas pastaron de forma racionada, con la ayuda de un cercado eléctrico, en una pradera de ray-grass italiano en secano, recibiendo en el aprisco 0.3 kg de heno de alfalfa por oveja y día. Para cada periodo las raciones se ajustaron utilizando el programa informático Inration 2.01 para ovejas (Agrilog, Paris, France). Mediante el mismo se estimó la relación forraje/concentrado de las raciones, que fué aproximadamente de 50/50 durante la cría, 60/40 en principio de ordeño y 70/30 en mitad y final de ordeño.

#### Toma de muestras y análisis.

La metodología y frecuencia de los controles realizados (análisis de los alimentos, producción y composición de leche de las ovejas, crecimiento de los corderos, peso y condición corporal de las ovejas) fueron análogos a los descritos por Casals *et al.* (1992), a excepción de las frecuencias de toma de muestras de la pradera de ray-grass italiano, que en este caso fueron 2 muestras por periodo, y de los controles de peso vivo y condición corporal de las ovejas, que se hicieron quincenalmente.

La energía bruta de los concentrados se determinó en una bomba calorimétrica adiabática (Ika Calorimeter C-4000 adiabatic, Ika-Analysentechnik GmbH, Heitersheim, Germany), a partir de una muestra en forma de pastilla de aproximadamente 0.5 g.

#### Análisis Estadístico

El tratamiento estadístico de los datos de producción y composición de leche, de peso vivo y condición corporal de las ovejas, y de crecimiento de los corderos se realizó mediante

el "General Linear Model Procedure" del paquete estadístico SAS, utilizando el método de comparación por contrastes ortogonales (SAS 1985) a fin de determinar si la respuesta obtenida al variar la dosis de JCAG fué lineal o cuadrática. En los parámetros de composición de la leche (GB, PB, y materia seca) en que se obtuvieron respuestas significativas, se obtuvieron asimismo las correspondientes curvas de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis químico de los concentrados (Cuadro 2) confirmó el carácter isoprotéico de los mismos ( $20.3 \pm 3\%$ ). Asimismo el contenido en proteína no degradable, estimado según tablas NRC (1989), fué también muy similar ( $32.4 \pm 4\%$  de la PB), al igual que el de PDIN ( $142.6 \pm 1.8$  g/kg MS), calculado a partir del análisis químico mediante la fórmula propuesta por Giger *et al.* (1989). En cambio, en los piensos con un contenido creciente de JCAG se observó un descenso de aproximadamente 1.1 g de PDIE (Giger *et al.* 1989) por cada g de JCAG incluido en el concentrado, que posiblemente pueda relacionarse con el menor contenido en materia orgánica de los mismos en comparación con el pienso control ( $88.6 \pm 9$  vs.  $91.9$ ). Por su parte, el porcentaje en fibra bruta de los piensos suplementados fué más elevado ( $11.3 \pm 3$  vs.  $8.9$ ).

En cuanto al extracto etéreo, las diferencias más notables se produjeron, lógicamente, en el obtenido con hidrólisis ácida previa (EEHA), en donde se observó un aumento creciente del mismo, generalmente en consonancia con la dosis de JCAG utilizada en el concentrado. Al comparar los valores obtenidos con los del pienso control, y siendo el contenido en lípidos del jabón cálcico utilizado cercano al 80% (Casals *et al.* 1992), se observa que en el concentrado con el 5% de JCAG se produjo un aumento de EEHA inferior al esperado, pudiéndose deducir que su contenido real en JCAG debió ser aproximadamente de un 4%.

La utilización de dosis crecientes de JCAG en los concentrados aumentó su contenido en energía bruta a razón de unas 3.9 cal/g de MS de JCAG incluido en el pienso (Cuadro 2). En el caso del concentrado con el 5% teórico de JCAG el valor obtenido fué también anormalmente bajo, de forma que si no se considera el resultado del mismo, el aumento medio sería de 4.15 cal/g de MS de JCAG incluido en el concentrado, equivalente a  $+3.98$  cal/g de producto bruto. Aceptando una digestibilidad de los ácidos grasos del JCAG del 87% (Sklan *et al.*, 1990), y suponiendo una EM/ED de los mismos del 96% y  $K^1 = .77$  (Andrew *et al.*, 1991), ello significaría a un aumento de 2.6 cal de ENL/g de JCAG en el pienso ( $+1.15$  UFL/100 g de JCAG). Teniendo en cuenta que el JCAG se utilizó en substitución de cebada (1.69 Mcal ENL/kg), y que la energía bruta de los otros componentes que se intercambiaron era similar, el valor energético del JCAG podría estimarse en:  $2.6 + 1.69 = 4.29$  Mcal/kg o 4.47 Mcal/kg MS (Aprox. 2.6 UFL/kg MS). Este dato es similar al señalado por Davis (1990), y muy inferior al indicado por Andrew *et al.* (1991). Por

otra parte los valores estimados de ENL de los concentrados, según NRC (1989), fueron también crecientes y en concordancia con estos valores de ENL calculados para el JCAG.

Los datos de producción y composición de leche durante la cría, ordeño y total de la lactación se han indicado en el cuadro 3. En los cuadros 4 y 5 se han detallado los resultados de producciones diarias, y de composición, respectivamente, para cada uno de los periodos experimentales (Cría, e inicio, mitad y final de ordeño). Debido a problemas de inadaptación de 2 ovejas, que a causa de la muerte de sus corderos redujeron drásticamente su producción de leche y debieron secarse prematuramente, y a la muerte por accidente en el cornadizo de otra, los datos finalmente disponibles corresponden a un total de 47 ovejas.

La producción de leche (figura 1) no se vió afectada en ninguno de los periodos experimentales por la suplementación de la ración con lípidos (Cuadro 4). Únicamente durante la cría, en los lotes con el 10 % o más de JCAG en el pienso, se observó una tendencia al aumento en la leche producida (+9.6% que el control), pero sin que fuera significativa. Igualmente durante el ordeño el lote con un 5% de JCAG tendió a aumentar su producción (+ 11%). Estas tendencias, sin embargo, no fueron suficientes para evidenciar en el conjunto de la lactación algún tipo de respuesta a la variación de la dosis de JCAG (Cuadro 3).

La falta de respuesta en producción de leche, ha sido descrita por la mayoría de autores que han utilizado JCAG en ovino, tanto en ovejas en periodo de cría (Robinson, 1986; Kovessy *et al.*, 1986, Pérez Hernández *et al.*, 1986; Horton *et al.*, 1989; Casals *et al.*, 1992) como en ordeño (Casals *et al.* 1992). Tampoco Baldi *et al.* (1992), en caprino, obtuvieron mejoras significativas en leche con el uso de JCAG. En cambio, en vacuno, Ostergaard *et al.* (1981) indicaron una respuesta de tipo cuadrático en producción de leche, al aumentar el contenido total en lípidos convencionales de la ración (sin superar el 6%), que fué más evidente al inicio de la lactación.

En nuestro caso, la falta de respuesta en leche, a pesar de las tendencias indicadas (+13.7% en el lote 10% durante la cría), podría tener relación con la variabilidad de los resultados y la reducción en el número de animales disponibles por lote. En este sentido Palmquist y Conrad (1978) indicaron que es difícil obtener diferencias en producción de leche en este tipo de ensayos con menos de 10 animales por grupo. Por otra parte es posible que el potencial de producción de nuestras ovejas sea todavía limitado y por tanto la energía disponible en el pienso control fué poco limitante de la producción lechera. De hecho parece ser que los déficits energéticos que se produjeron fueron relativamente limitados, pues las máximas pérdidas de condición corporal (Figura 8) se dieron a la tercera y cuarta semana de cría, siendo únicamente en promedio de .16 puntos, y sin que hubiera diferencias significativas entre los lotes. Por otra parte el peso vivo (Figura 7) permaneció muy estable, observándose



únicamente una pérdida de peso de cierta importancia (-1.7 kg) en el lote del 20%. Ello puede ser debido al consumo relativamente elevado de heno y de concentrado, de forma que los aportes nutritivos durante la cría debieron ser muy similares a las necesidades de los animales de la mayoría de los lotes.

Un hecho resaltable, sin embargo, es que las dosis elevadas de JCAG no perjudicaron la producción lechera. En este sentido, Ferguson et al. (1990) y Schauff y Clark (1990), en vacuno, y utilizando lípidos protegidos a niveles crecientes entre el 3 y el 9% de la ración, obtuvieron respuestas de tipo lineal, y lineal y cuadrática, respectivamente, de forma que a bajas dosis prácticamente no hubo efecto, y los lotes con alta dosis de lípidos vieron disminuida su producción. En nuestro caso se estima que durante la cría y el inicio de ordeño el consumo de heno y de concentrado supuso más del 80 % de la MS de la ración, lo que permite calcular que, en el lote con 20% de JCAG en el concentrado, el contenido en lípidos de la ración total fué al menos de un 8.5 %. El hecho de que a ese nivel no se hayan producido descensos en la producción de leche puede indicar por un lado una buena protección a nivel ruminal del JCAG utilizado, y por otro la capacidad de las ovejas lecheras a nivel metabólico para aceptar altas dosis de lípidos protegidos, en el supuesto de que la digestibilidad fuera correcta.

La producción de leche estandarizada por energía (LEE), calculada según la fórmula propuesta por Molina et al. (1991), aumentó de forma lineal ( $P < 0.02$ ) durante la cría, al aumentar de la dosis de JCAG en el pienso (figura 2). Durante el ordeño las diferencias no fueron significativas, a pesar de que en los lotes suplementados con JCAG se obtuvo, en promedio, una producción de LEE superior en un 13.2% a la del control. En consecuencia en el conjunto de la lactación la LEE tendió a aumentar linealmente, aunque tampoco de forma significativa ( $P < 0.24$ ). En vacuno, Schauff y Clark (1990) indicaron aumentos de tipo cuadrático y cúbico en la energía de la leche producida diariamente al aumentar la dosis de JCAG en la ración. En cambio Ferguson et al. (1990), utilizando "fat prills" obtuvieron un descenso lineal de la leche estandarizada.

En cuanto al porcentaje en grasa de la leche (Figura 3), aumentó de forma lineal ( $P < 0.001$ ) en todos los periodos experimentales. Al avanzar la lactación, sin embargo, los efectos del JCAG tuvieron tendencia a ser también de tipo cuadrático, de forma que al final del ordeño (s. 14-21) este tipo de respuesta fué asimismo significativa ( $P < 0.02$ ). Ello indicaría, al final de la lactación, un efecto de saturación de la respuesta en grasa a dosis elevadas de JCAG. En vacas lecheras el aporte de dosis crecientes de lípidos protegidos a la ración produjo aumentos lineales del contenido en grasa de la leche, tanto al inicio (Schauff y Clark, 1990) como en mitad de la lactación (Ferguson et al., 1990). En cambio, con el uso de lípidos convencionales (sebo) no se obtuvieron diferencias (Storry et al., 1973). Por su parte Teh et al. (1992), en cabras lecheras, indicaron

aumentos en el porcentaje de grasa al incrementar la dosis de JCAG en la ración.

El cálculo de curvas de regresión (Cuadro 6) indica que la mayor respuesta en grasa se obtuvo durante la cría, en que por cada 100 g JCAG/oveja y día se produjo un aumento de 1.5 puntos en el porcentaje de grasa de la leche (+.15 por 1% de JCAG en el concentrado) sin que en el rango de dosis utilizadas en esta prueba se llegue en dicho periodo a un máximo. Al avanzar la lactación se observa que la respuesta en grasa, en función del porcentaje de JCAG en el concentrado, disminuyó considerablemente respecto a la cría (Cuadro 6), aunque en ello podría haber influido el descenso en el aporte diario de concentrado y por tanto de JCAG. Para obviar dicha variación en el consumo de pienso, en el mismo cuadro 6 se indican las regresiones equivalentes en función de la dosis de JCAG (en g/día) consumida por las ovejas. En él se puede señalar como periodo crítico el inicio del ordeño, después del destete de los corderos, en que la respuesta (+.9 puntos de GB por 100 g de JCAG) fué anormalmente baja, en comparación por ejemplo con el periodo de cría, en que el consumo de JCAG/oveja y día era el mismo.

A partir del periodo de mitad de ordeño, en que empezó a reducirse el aporte diario de concentrado, y por tanto el de JCAG, se observó una recuperación en la respuesta en grasa por g de JCAG suministrado, que en el periodo de final de ordeño fué de nuevo elevada (+1.4 puntos de porcentaje de grasa/100 g de JCAG). En vacuno, Storry et al. (1980), utilizando dosis crecientes de sebo tratado con formaldehído, indicaron un descenso en la respuesta obtenida en producción de grasa al avanzar la lactación, de forma que a partir de la séptima semana post parto sólo obtuvieron un balance positivo en producción de grasa en la leche respecto a la ingerida en los lotes con bajos niveles de lípidos protegidos.

Por otra parte, el hecho de que al final del ordeño sean significativas las curvas de tipo cuadrático ( $P < 0.03$ ) indicaría una saturación de la respuesta a dosis elevadas, de forma que se produciría un máximo con un 15% de JCAG en el concentrado (90 g/oveja y día). Regresiones análogas (Cuadro 6 y Figura 9) señalan un máximo en el porcentaje de grasa durante el ordeño a una dosis del 16.9 % de JCAG ( $P < 0.04$ ), y en el total de la lactación a una dosis del 19.3 % ( $P < 0.07$ ), equivalentes, respectivamente, a un consumo diario de 130 y 155 g de JCAG/oveja y día.

La similitud de estas curvas de tipo cuadrático con las obtenidas en producción de leche por Ostergaard (1981) en vacuno, podría indicar un comportamiento parecido pero característico del ovino, de forma que en esta especie, con ovejas como las de raza Manchega, aún poco seleccionadas para la producción de leche, la principal utilidad de los lípidos sería la modificación de la composición de la leche. De hecho las mejoras obtenidas en el porcentaje de grasa en la presente experiencia son comparables a

las indicadas, también en raza Manchega, por Cusals *et al.* (1992) en condiciones similares, y a las citadas por la mayoría de autores que utilizaron JCAG en ovejas en cría (Robinson, 1986; Kovessy *et al.*, 1986; Pérez Hernández *et al.*, 1986; Horton *et al.*, 1989). Como dato especialmente relevante debe indicarse el aumento de +3.26 puntos en el % de G.B. en el lote 20 %, lo que supone un mejora respecto al lote control de un 45 %. Storry *et al.* (1980b), en vacuno, atribuyeron aumentos en grasa elevados (+20-30%) a la calidad de la protección de los lípidos utilizados, que habría minimizado los efectos negativos de los mismos sobre la síntesis intramamaria de ácidos grasos de cadena corta y mediana.

La producción total de materia grasa aumentó de forma lineal durante la cría ( $P < .01$ ) y en el total de la lactación ( $P < .09$ ), y siguió una tendencia similar al inicio del ordeño, pero sin que durante el mismo se pudieran evidenciar diferencias significativas. En vacuno, Schauff y Clark (1990) indicaron aumentos en la producción de grasa de tipo cuadrático y cúbico, debido a los peores resultados obtenidos en el lote con mayor dosis (9% de JCAG en la ración). Igualmente, en caprino, Teh *et al.* (1992) obtuvieron sus mejores resultados con un nivel bajo de JCAG (3% de la ración). En nuestro caso, con una dosis máxima de JCAG similar a la de estos autores, no se produjo ningún empeoramiento en la producción de grasa.

Al relacionar los aumentos obtenidos en producción de grasa en los lotes suplementados con el consumo suplementario de ácidos grasos, respecto al lote control, pueden obtenerse unos valores de eficacia de producción de grasa suplementaria que varió en función del periodo y de la dosis considerada (Cuadro 9). Los valores fueron máximos durante la cría (43.6%), y mínimos durante el ordeño (22.5%), siendo un periodo especialmente crítico el inicio del ordeño (14.1%), inmediatamente después del destete de los corderos. En los periodos de mitad y final de ordeño, también con bajas eficacias (24%), se observó un efecto de tipo lineal ( $P < 0.10$ ) de la dosis de JCAG en el concentrado, de forma que en los lotes con bajas dosis, y en especial el del 5%, la grasa suplementaria se utilizó mucha mejor. Ello confirmaría una mala utilización de las dosis altas de grasas al final de la lactación, coincidiendo en ese periodo con una mayor recuperación de peso (Figura 7) y de condición corporal (Figura 8) de los lotes con más JCAG. En este sentido Storry *et al.* (1980), en vacuno, indicaron que la producción de grasa en la leche estaba correlacionada positivamente con los niveles de ácidos grasos y de carbohidratos digeridos y negativamente con los cambios de peso vivo. En nuestro caso la reducción del consumo de pienso al avanzar la lactación habría reducido el aporte diario de lípidos y de carbohidratos, al tiempo que desde el destete hasta la catorceava semana de lactación, entre otras, se detectó una mayor recuperación de peso vivo ( $P < .01$ ) y de condición corporal ( $P < 0.10$ ) en los lotes suplementados, que fué más evidente a dosis elevadas de JCAG.

Por su simplicidad de cálculo, los datos de eficacia de producción de grasa suplementaria indicados en el cuadro 7 no son homologables a lo que sería la transferencia neta de ácidos grasos alimentarios a la leche, dado que entre otros factores no se han considerado ni las variaciones de síntesis intramamaria, ni los efectos indirectos del nivel de producción lechera. Sin embargo, y en especial durante la cría, los resultados obtenidos estarían en consonancia con los márgenes indicados por diversos autores respecto a la transferencia de ácidos grasos de la dieta a la leche (Yang et al., 1978; Storry et al., 1981; Palmquist et al. (1984).

Asimismo hay que indicar que la máxima eficiencia en la producción de grasa suplementaria (73%) se produjo durante la cría en el lote del 10%, coincidiendo con su tendencia al aumento en la producción de leche. En dicho lote, y en el periodo considerado, se estima que el aporte de energía neta por parte de los lípidos de la dieta fué aproximadamente el 17% del total de la ración. En este sentido Kronfeld (1976), en vacuno, estimó que la eficiencia de uso de la energía para la producción de leche sería máxima cuando los lípidos aportaran un 16% de la energía metabolizable de la ración. Por su parte Brumby et al. (1978), utilizando sebo protegido, obtuvieron una máxima eficacia en la utilización de la energía, en la producción de leche, y en la de leche estandarizada por energía cuando el sebo aportó entre un 12 y un 16% de la energía digerida, dependiendo de la semana de lactación y de la movilización de reservas.

Respecto al porcentaje en proteína de la leche (figura 3), no se apreciaron diferencias significativas durante los periodos de cría y principio de ordeño, coincidiendo con el primer tercio de la lactación (s. 1-7). A partir del periodo de mitad de ordeño (s. 8-14), en cambio, se observó un efecto negativo de los lípidos, de tipo lineal ( $P < 0.06$ ), que fue más evidente ( $P < 0.02$ ) al final de la lactación (s. 15-21). En consecuencia el JCAG afectó, también de forma lineal, el porcentaje de proteína de la leche tanto en el conjunto del ordeño ( $P < 0.05$ ) como en el total de la lactación ( $P < 0.06$ ). Casals et al. (1992) obtuvieron resultados semejantes utilizando un 20% de JCAG en el concentrado. En vacuno Schauff y Clark (1990) no encontraron diferencias al aumentar la dosis de lípidos protegidos y Ferguson et al. (1990) indicaron una tendencia de tipo lineal al descenso, aunque no fué significativa. En cambio Teh et al. (1992), en cabras lecheras, indicaron un aumento del contenido protéico con el uso de JCAG.

Para evaluar los efectos del JCAG sobre el porcentaje de proteína se obtuvieron igualmente rectas de regresión, aunque en este caso con valores de  $R^2$  extremadamente bajos (Cuadro 7). A pesar de ello, y a falta de otros datos, pensamos que pueden ser de interés, dado que confirman los efectos negativos crecientes del JCAG. Así en mitad de ordeño se produciría un descenso de .25 puntos en el porcentaje de proteína por cada 100 g de JCAG consumidos, y al final del mismo el descenso sería de casi .5 puntos para el mismo nivel de consumo. En el conjunto del ordeño

y de la lactación las diferencias serían menos marcadas (-.28 y -.21 puntos de PB/100 g de JCAG, respectivamente), debido al "efecto de dilución" del inicio de la lactación en que los lípidos no afectaron significativamente el nivel protéico. Doreau y Chilliard (1992), y Hoffman *et al.* (1991) señalaron una evolución similar al avanzar la lactación en vacas suplementadas con lípidos.

La producción total de proteína no se vió afectada de forma significativa en ningún periodo. A ello pudo haber contribuido la estabilidad o ligera tendencia al aumento observada en la producción de leche en los lotes suplementados. Únicamente durante el ordeño, y en especial en los dos últimos periodos del mismo, tendió a disminuir linealmente ( $P < 0.21$ ), como consecuencia de los descensos indicados en el porcentaje de proteína, que fueron particularmente negativos en los lotes con un 15 y un 20 % de JCAG en el concentrado (figura 4). En cambio Casals *et al.* (1992) obtuvieron diferencias significativa debido a efectos similares en el porcentaje de proteína, y a una tendencia a la baja en la producción de leche de los lotes suplementados durante la cría.

El contenido en materia seca (MS) de la leche (figura 5) aumentó de forma lineal ( $P < 0.001$ ) en el conjunto de la lactación. La mejora fué más evidente durante la cría ( $P < 0.0001$ ) que al final del ordeño ( $P < 0.04$ ), en cuyo periodo también se puso de manifiesto, al igual que en el caso de la grasa, una respuesta de tipo cuadrático ( $P < 0.07$ ). Ello podría tener relación con los efectos negativos de los lípidos sobre el porcentaje de proteína de la leche a partir del segundo tercio de la lactación, y con la menor respuesta en grasa durante el ordeño en comparación a la cría. En el cuadro 8 se indican las curvas de regresión obtenidas. A partir de las de tipo lineal se deduce que en el conjunto de la lactación, y en el rango de dosis estudiado, se obtendría una mejora de 1 punto de porcentaje de MS por 100 g de JCAG consumidos. Las curvas de tipo cuadrático indicarían una respuesta máxima en MS durante el ordeño para un 14 % de JCAG en el concentrado, equivalente a un consumo diario de unos 100 g de JCAG por oveja y día.

A consecuencia del aumento en el porcentaje de MS, en el periodo de cría se observó, asimismo, un aumento de tipo lineal ( $P < 0.07$ ) en la producción total de MS.

En cuanto al crecimiento de los corderos en el periodo de cría (figura 6) no se pudieron demostrar diferencias ni en la velocidad de crecimiento ni en el peso al destete por efecto del jabón cálcico. En este sentido Horton *et al.* (1989) tampoco obtuvieron diferencias. Por su parte Pérez Hernández *et al.* (1986) habían indicado un peso al destete superior en 1 Kg en los corderos suplementados, aunque no se especificó el nivel de significación, y Casals (1992) indicó mejoras en el índice de conversión leche/peso vivo, que en este caso no se confirmaron. Probablemente la falta de respuesta de los corderos al incremento

en grasa de la leche de las madres se deba a una mala digestibilidad, en los corderos de temprana edad, de los ácidos grasos de cadena larga (p.e. palmitico y oleico), que presumiblemente hayan incrementado su contenido en la leche con el uso de los lípidos protegidos (Storry et al. 1980).

## CONCLUSIONES

La inclusión de dosis crecientes de jabón cálcico en el concentrado no afectó a la producción de leche. En cambio el contenido en grasa de la misma aumentó de forma lineal durante toda la lactación. Ello indicaría que a las dosis de jabón cálcico utilizadas no se produjo saturación en la respuesta en porcentaje de grasa, al menos durante los dos primeros tercios de la lactación. Una excepción, sin embargo, podría ser el periodo de final de ordeño en que se observó (igualmente un efecto de tipo cuadrático, de forma que en el mismo se produciría un máximo para un 15% de jabón cálcico en el concentrado. A pesar de que los aumentos en el contenido en grasa fueron máximos durante la cria (+1.5 puntos/100 g de jabón cálcico), el crecimiento de los corderos no se vió afectado de forma significativa.

La eficacia de producción de grasa suplementaria a partir de los lípidos adicionados fué elevada durante la cria, pero disminuyó drásticamente despues del destete del cordero, y se mantuvo baja durante el ordeño.

El jabón cálcico no afectó al porcentaje de proteína de la leche durante el primer tercio de la lactación. En cambio dicho porcentaje disminuyó linealmente durante el resto de la lactación (mitad y final de ordeño) al aumentar la dosis de lípidos. En cualquier caso los descensos en proteína fueron inferiores el 25 % de las mejoras obtenidas en grasa.

El jabón cálcico, utilizado al inicio de la lactación, permite aumentar considerablemente la grasa de la leche sin afectar el contenido en proteína de la misma. Sin embargo, la típica "crisis del destete" de la oveja Manchega reduce en gran manera la eficacia de producción de la grasa suplementaria, por lo que serian recomendables nuevas investigaciones para solventar este problema y asegurar una utilización más eficiente de los nutrientes, al menos durante el inicio del ordeño.

## BIBLIOGRAFIA

- Andrew S.M., H.F. Tyrrell, C.K. Reynolds, and R.A. Erdman. 1991. Net energy for lactation of calcium salts of long-chain fatty acids for cows fed silage-based diets. *J. Dairy Sci.* 74:2588.
- Baldi A., F. Cheli, C. Corino, V. Dell'Orto, and F. Polidori. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rumin. Res.* 6:303.

- Brumby P.E., J.E. Storry, J.A. Bines, and R.J. Fulford. 1978. Utilization of energy for maintenance and production in dairy cows given protected tallow during early lactation. *J. Agric. Sci.* 91:151.
- Casals, R. 1992. Efectos de la utilización de jabones cálcicos y de proteínas de baja degradabilidad en la alimentación de ovejas de ordeño. Experiencia 1, Tesis Doctoral.
- Davis, C.L. 1990. Fats in Animal Feeds. A brief review of fats: kinds, make-up, digestion, absorption and use in rations of both ruminants and non-ruminants. C.L. Davis, Sycamore, IL. 22 pp.
- DePeters, E.J., S.J. Taylor, C.M. Finley and T.R. Famula. 1987. Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. *J. Dairy Sci.* 70:1192.
- Doreau, M., and Y. Chilliard. 1992. Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait. *INRA Prod. Anim.* 5:103.
- Ferguson, J.D., D. Sklan, W. Chalupa, and D.S. Kronfeld. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2864.
- Giger-Reverdin, S., J. Aufrère, D. Sauvant, C. Demarquilly, M. Vermorel, and S. Pochet. 1989. Prévion de la valeur énergétique des aliments composés pour les ruminants. *INRA Prod. Anim.* 3:181.
- Hoffman P.C., R.R. Grummer, R.D. Shaver, G.A. Broderick, and T.R. Drendel. 1991. Feeding supplemental fat and undegraded intake protein to early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:3468.
- Horton, G.M.J., Denise D. Palatini, and Catherine Treadwell-Hill. 1989. The effect of protected fat on the yield and composition of ewe's milk, suckling lamb growth rate and blood chemistry changes. *J. Dairy Sci.* 72(Supl. 1):425.(Abstr.)
- Kovessy, M., J.J. Robinson, A.K. Loug, and R.P. Aitken. 1986. The effect of a dietary supplement of protected fat on the yield and composition of milk from ewes receiving different levels of fish meal in their diet. Proceedings of the 92nd meeting of the British Society of Animal Production. *Anim. Prod.* 44:482.(Abstr.)
- Kronfeld, D.S. 1976. The potential importance of the proportions of glucogenic, lipogenic and aminogenic nutrients in regard to the health and productivity of dairy cows. *Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition* 7:5.

- Molina, M.P., G. Caja, A. Torres, and L. Gallego. 1991. Energia bruta de la leche de ovejas de raza Manchega y bases para su estandarización energética. Page 277 in ITEA, Vol Extra, No 11, A.I.D.A., Zaragoza, Spain.
- National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Ostergaard, V., Danfaer A., Daugaard J., Hindhede J., and Thysen I. 1981. The effect of dietary lipids on milk production in dairy cows. Copenhagen, Beretning Fra Statens Husdyrbrugs forsog 508.
- Palmquist D.L., and H.R. Conrad. 1978. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. J. Dairy Sci. 61:890.
- Palmquist, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. Page 357 in Fats in Animal Nutrition, J. Wiseman, Butterworths, London.
- Pérez Hernández, M., J.J. Robinson, R.P. Aitken, and C. Fraser. 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. Proceedings of the 90th meeting of British Society of Animal Production. Anim. Prod. 42:455.(Abstr.)
- SAS Institute Inc. SAS/STAT Guide for personal computers. Version 6 Edition. 1985. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Schauff, D.J., and J.H. Clark. 1990. Feeding increasing dietary concentrations of calcium salts of long chain fatty acids to Holstein cows. J. Dairy Sci. 73(Suppl. 1):242. (Abstr.)
- Sklan, D., L. Nagar, and A. Arieli. 1990. Effect of feeding different levels of fatty acids or calcium soaps of fatty acids on digestion and metabolizable energy in sheep. Anim. Prod. 50:93.
- Storry, J.E., A.J. Hall, and V.W. Johnson. 1973. The effects of increasing amounts of dietary tallow on milk-fat secretion in the cow. J. Dairy Res. 40:293.
- Storry, J.E., P.E. Brumby, B. Tuckley, V.A. Welch, D. Stead and Rosemary J. Fulford. 1980. Effect of protected lipid to dairy cows in early lactation on the composition of blood lipoproteins and secretion of fatty acids in milk. J. Agric. Sci. (Camb.) 94:503.
- Storry, J.E., 1981. The effect of dietary fat on milk composition. Page 3 in Recent Advances in Animal Nutrition. W. Haresign and D.J.A. Cole, Butterworths, London.



- Teh, T.H., K.B. Ogden, Z.H. Jia, L.T. Trung, and T.F. Sweeney. 1992. Varying levels of rumen-inert dietary fat for early lactating goats. *J. Dairy Sci.* 75(Suppl. 1):174.(Abstr.)
- Yang, Y.T., R.L. Baldwin, and J. Russell. 1978. Effects of long supplementation with lipids on lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 61:180.

CUADRO 1. Composición química de los forrajes en % de la MS.

	Heno		Pasto de Ray-grass Italiano	
	Ray-grass Ital.	Alfalfa	Temprano <sup>1</sup>	Tardío <sup>2</sup>
Matéria seca	93.46	93.48	17.07	22.90
Matéria orgánica	91.09	89.24	85.08	90.08
Proteína bruta	7.46	17.17	21.42	11.53
Fibra bruta	38.31	27.10	20.74	19.65
Extracto etéreo	1.10	1.51	3.23	2.20
MELN <sup>3</sup>	44.22	43.46	35.19	56.70

<sup>1</sup> Mezcla de 2 muestras recogidas en el periodo de mitad de ordeño (8-14 semanas)

<sup>2</sup> Mezcla de 2 muestras recogidas en el periodo de final de ordeño (15-21 semanas)

<sup>3</sup> Materias extractivas libres de Nitrógeno.

CUADRO 2. Ingredientes y composición química de los concentrados experimentales.

	Concentrado				
	0	5	10	15	20
Ingredientes, % s.m.f.					
JCAG <sup>1</sup>	-	5.0	10.0	15.0	20.0
Cebada	25.9	20.9	15.9	10.9	5.9
Maiz USA fino	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
P. Remolacha-18.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Cascarilla arroz	-	4.1	5.0	5.5	3.8
Salvado soja	5.0	-	-	-	8.9
Harinas bajas	14.3	-	-	-	1.4
Melazas	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
H. Soja-44	14.9	16.4	19.9	22.2	23.6
H. Alfalfa heno	-	10.0	10.0	10.0	-
Gluten feed	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Gr. destil. maiz USA	12.8	11.9	7.8	4.9	5.0
Urea	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Carbonato cálcico	1.1	0.9	0.9	0.4	-
Fosfato bicálcico	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
Sulfato cálcico	0.35	0.18	0.22	0.25	0.33
Cloruro sódico	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C.V.M. <sup>1</sup>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Composición, s.m.s.					
Matéria seca, %	90.3	90.1	90.2	91.6	90.9
Matéria orgánica, %	91.9	89.9	88.3	87.9	88.2
Proteína bruta, %	20.6	20.7	20.2	20.2	20.1
Fibra bruta, %	8.9	11.4	11.5	11.4	10.9
Extracto etéreo(EF), %	3.6	5.4	6.4	5.4	5.5
EE Hidról. Ácida., %	4.4	7.6	12.0	16.3	19.4
EB <sup>3</sup> , Mal/kg MS	4.14	4.30	4.67	4.68	5.18
ENL <sup>4</sup> , Mcal/kg MS	1.81	1.86	2.01	2.12	2.36
PND <sup>4</sup> , % de la PB	32.8	32.9	32.3	31.9	32.0
UFL <sup>5</sup> /kg MS	1.02	1.09	1.19	1.26	1.34
PDIN <sup>6</sup> , g/kg MS	144	145	142	141	141
PDIE <sup>6</sup> , g/kg MS	130	123	115	111	108

<sup>1</sup> Jabón Cálcico de ácidos grasos de aceite de palma, conteniendo: C16:0, 44%; C18:0, 5%; C18:1, 40%; C18:2, 9.5 % (Norel S.A., Madrid, Spain).

<sup>2</sup> Contiene: I, .122%; Mn, 10.3%; Zn, 10.4%; Fe, 13.0%; Cu, 1.66%; Co, .034%; Se, .031%; vitamina A, 10,700 UI/g; vitamina D, 2,700 UI/g; Vitamina E, 56 UI/g; y antioxidante, 22.2% (Endox, Barcelona, Spain).

<sup>3</sup> Energía Bruta obtenida en bomba calorimétrica.

<sup>4</sup> Estimado según tablas NRC (1989).

<sup>5</sup> Estimación a partir de Giger *et al.* (1990), y del aumento medio respecto al pienso control por inclusión de JCAG (+.15 UFL/100 g de JCAG).

<sup>6</sup> Estimado según Giger *et al.* (1990).

CUADRO 3. Efecto de la dosis de jabón cálcico de ácidos grasos en el concentrado, sobre la producción y composición de la leche de ovejas de raza Manchega durante la cría (s. 1-4), el ordeño (s. 5-21) y el total de la lactación (s. 1-21).

	Dosis de Jabón Cálcico (%)					±ES	P <sup>a</sup> <	
	0	5	10	15	20		L	C
Número ovejas	10	9	9	10	9			
Leche, kg./oveja								
Cría	42.9	41.9	48.8	46.9	45.4	4.0	.42	.51
Ordeño	88.9	99.1	82.8	88.5	85.0	9.6	.55	.88
Total lactación	131.8	141.0	131.6	135.4	130.4	11.9	.83	.79
LEE <sup>1</sup> , kg/oveja								
Cría	51.0	52.7	69.8	64.8	70.7	6.5	.02	.58
Ordeño	107.7	128.8	118.0	120.2	120.8	12.7	.66	.56
Total lactación	158.7	181.5	187.4	185.0	191.5	16.0	.24	.46
Grasa, %								
Cría	7.21	7.73	9.32	8.66	10.44	.42	.0001	.87
Ordeño	7.41	8.22	9.34	8.83	9.35	.26	.0001	.03
Total lactación	7.34	8.13	9.34	8.80	9.51	.26	.0001	.05
Grasa, kg/oveja								
Cría	3.1	3.3	4.6	4.2	4.8	.5	.01	.61
Ordeño	6.6	8.1	7.7	7.7	7.9	.8	.38	.45
Total lactación	9.7	11.4	12.3	11.9	12.7	1.0	.09	.36
Proteína, %								
Cría	5.00	4.86	4.89	4.96	4.94	.09	.96	.42
Ordeño	5.95	5.93	5.98	5.52	5.63	.16	.05	.68
Total lactación	5.76	5.72	5.77	5.41	5.49	.14	.07	.73
Proteína, kg/oveja								
Cría	2.1	2.0	2.4	2.3	2.2	.2	.46	.68
Ordeño	5.3	5.8	4.9	4.8	4.7	.5	.21	.87
Total lactación	7.4	7.8	7.3	7.1	6.9	.6	.40	.79
Mat. Seca, %								
Cría	17.5	18.0	19.5	19.0	20.5	.4	.0001	.68
Ordeño	18.5	19.4	20.4	19.5	20.1	.4	.008	.09
Total lactación	18.4	19.1	20.2	19.4	20.2	.3	.001	.14
Mat. Seca, kg/oveja								
Cría	7.6	7.6	9.5	9.0	9.4	.8	.07	.60
Ordeño	16.4	19.1	16.8	17.1	17.0	1.8	.87	.67
Total lactación	24.0	26.7	26.3	26.1	26.4	2.2	.66	.59

<sup>a</sup> L = Efecto lineal. C = Efecto cuadrático.

<sup>1</sup> LEE = Leche estandarizada por energía (1.03 Mcal/kg) = 0.11 x Porcentaje de grasa + 0.4, (Molina *et al.*, 1991)

CUADRO 4. Efecto de la dosis de jabón cálcico de ácidos grasos en el concentrado, sobre la producción (en g/ov/d) de leche y de materias útiles durante los periodos de cría (s. 0-4), e inicio (s. 5-7), mitad (s. 8-14) y final (s. 15-21) de ordeño.

Producción	Dosis de Jabón Cálcico (%)					±ES	P <sup>a</sup> <	
	0	5	10	15	20		L	C
Número ovejas	10	9	9	10	9			
Leche								
Cría	1,531	1,497	1,742	1,677	1,623	140	.42	.51
Inicio Ordeño	979	979	917	969	926	102	.73	.94
Mitad Ordeño	820	948	756	851	781	93	.56	.76
Final Ordeño	574	655	541	540	557	72	.52	.95
LEE <sup>1</sup>								
Cría	1,822	1,881	2,493	2,315	2,524	231	.02	.58
Inicio Ordeño	1,152	1,247	1,274	1,279	1,296	126	.43	.71
Mitad Ordeño	971	1,188	1,037	1,138	1,086	119	.64	.53
Final Ordeño	710	880	795	748	803	64	.87	.61
Grasa								
Cría	110	117	163	150	170	16	.01	.61
Inicio Ordeño	69	78	83	81	84	8	.20	.58
Mitad Ordeño	58	74	67	73	70	8	.35	.45
Final Ordeño	44	56	53	48	53	6	.63	.49
Proteína								
Cría	77	73	84	81	80	6	.46	.68
Inicio Ordeño	52	50	50	48	48	5	.49	.91
Mitad Ordeño	47	53	43	44	42	5	.21	.83
Final Ordeño	36	42	34	31	33	4	.21	.86
Mat. Seca								
Cría	272	271	340	321	334	29	.07	.60
Inicio Ordeño	172	182	179	178	179	18	.87	.81
Mitad Ordeño	148	180	148	160	152	17	.90	.61
Final Ordeño	110	132	114	108	115	14	.73	.75

<sup>a</sup> L = Efecto lineal. C = Efecto cuadrático.

<sup>1</sup> LEE = Leche estandarizada por energía (1.03 Mcal/kg) = 0.11 x Porcentaje de grasa + 0.4, (Nolina *et al.*, 1991)

CUADRO 5. Efecto de la dosis de jabón cálcico de ácidos grasos en el concentrado, sobre la composición de la leche durante los periodos de cria (s. 1-4), e inicio (s. 5-7), mitad (s. 8-14) y final (s. 15-21) de ordeño.

	Dosis de Jabón Cálcico (%)					±ES	P <sup>a</sup> <	
	0	5	10	15	20		L	C
Número ovejas	10	9	9	10	9			
Grasa, %								
Cria	7.21	7.73	9.32	8.66	10.44	.42	.0001	.87
Inicio ordeño	7.16	8.01	9.19	8.48	9.20	.37	.001	.14
Mitad ordeño	7.18	7.83	8.85	8.69	9.12	.27	.001	.12
Final ordeño	7.74	8.71	9.90	9.12	9.65	.32	.001	.02
Proteína, %								
Cria	5.00	4.86	4.89	4.96	4.94	.09	.96	.42
Inicio ordeño	5.30	5.17	5.44	5.04	5.23	.14	.56	.96
Mitad ordeño	5.81	5.67	5.76	5.37	5.45	.17	.06	.96
Final ordeño	6.37	6.50	6.43	5.87	5.97	.19	.02	.43
Mat. Seca, %								
Cria	17.6	18.0	19.5	19.0	20.5	.41	.0001	.68
Inicio ordeño	17.7	18.6	19.8	18.6	19.5	.42	.01	.12
Mitad ordeño	18.0	18.8	19.7	19.1	19.7	.37	.01	.17
Final ordeño	19.3	20.3	21.4	20.2	20.8	.42	.04	.07

\* L = Efecto lineal. C = Efecto cuadrático.

CUADRO 6. Ecuaciones de regresión entre la dosis (X, en %) de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en el concentrado, o el consumo diario de JCAG (Z, en g/ov./d), y el porcentaje de grasa bruta leche (Y) en los distintos periodos experimentales.

Periodo	Ecuaciones	R <sup>2</sup>	Raiz ESM	P<
Cria	Y=7.19+.146 X Y=7.19+.0146 Z	.38	1.35	.0001
Inicio Ordeño	Y=7.47+.092 X Y=7.47+.0092 Z	.24	1.20	.001
Mitad Ordeño	Y=7.37+.095 X Y=7.37+.0119 Z	.40	.85	.0001
Final Ordeño	Y=8.15+.086 X Y=8.15+.014 Z	.25	1.08	.001
	Y=7.78+.024 X- .008 X <sup>2</sup> Y=7.78+.004 Z- .008 Z <sup>2</sup>	.33	1.03	.03
Total Ordeño	Y=7.71+.091 X Y=7.71+.012 Z	.37	.87	.0001
	Y=7.42+.0213 X- .0052 X <sup>2</sup> Y=7.42+.0283 Z- .000109 Z <sup>2</sup>	.43	.84	.04
Total lactac.	Y=7.60+.101 X Y=7.60+.0126 Z	.43	.84	.0001
	Y=7.36+.021 X- .0053 X <sup>2</sup> Y=7.36+.0263 Z- .0000828 Z <sup>2</sup>	.47	.82	.07

CUADRO 7. Ecuaciones de regresión entre la dosis (X, en %) de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en el concentrado, o el consumo diario de JCAG (Z, en g/ov./d), y el porcentaje de proteína bruta de la leche (Y) en los distintos periodos experimentales.

Periodo	Ecuaciones	R <sup>2</sup>	Raiz ESM	P<
Cría	Y=4.94-.000435 X Y=4.94-.0000435 Z	.0001	.26	.94
Inicio Ordeño	Y=5.29-.00568 X Y=5.29-.000568 Z	.009	.43	.53
Mitad Ordeño	Y=5.81-.02 X Y=5.81-.0025 Z	.08	.50	.06
Final Ordeño	Y=6.50-.0285 X Y=6.50-.000475 Z	.12	.58	.02
Total Ordeño	Y=6.00-.021 X Y=6.00-.0028 Z	.09	.49	.05
Total lactac.	Y=5.79-.017 X Y=5.79-.0021 Z	.075	.43	.06



CUADRO 8. Ecuaciones de regresión entre la dosis (X, en %) de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en el concentrado, o el consumo diario de JCAG (Z, en g/ov./d), y el porcentaje de materia seca de la leche (Y) en los distintos periodos experimentales.

Periodo	Ecuaciones	R <sup>2</sup>	Raiz ESM	P<
Cría	Y=17.68+.128 X Y=17.68+.0128 Z	.34	1.29	.0001
Inicio Ordeño	Y=18.07+.071 X Y=18.07+.0071 Z	.12	1.39	.02
Mitad Ordeño	Y=18.36+.071 X Y=18.36+.0089 Z	.16	1.17	.01
Final Ordeño	Y=19.79+.058 X Y=19.79+.00097 Z	.08	1.38	.05
	Y=19.40+.222 X- .008 X <sup>2</sup> Y=19.40+.037 Z- .00022 Z <sup>2</sup>	.15	1.35	.09
Total Ordeño	Y=18.90+.066 X Y=18.90+.00876 Z	.14	1.19	.01
	Y=18.57+.20 X- .007 X <sup>2</sup> Y=18.57+.026 Z- .00012 Z <sup>2</sup>	.19	1.16	.10
Total lactac.	Y=18.66+.078 X Y=18.66+.0098 Z	.21	1.10	.001

CUADRO 9. Efecto de la dosis de jabón cálcico de ácidos grasos en el concentrado sobre la eficacia de producción de materia grasa suplementaria, durante los periodos de cria (s. 1-4), e inicio (s. 5-7), mitad (s. 8-14) y final (s. 15-21) de ordeño.

	Dosis de Jabón Cálcico (%)				MEDIA	±ES	p* <	
	5	10	15	20			L	C
Número ovejas	9	9	10	9				
Periodo								
Cria	26.6	72.9	34.7	40.2	43.6	22.7	.88	.38
Inicio ordeño	22.0	15.5	8.9	9.9	14.1	14.4	.51	.80
Mitad ordeño	57.6	13.3	14.6	9.7	23.8	17.7	.10	.28
Final ordeño	63.3	19.1	6.2	9.9	24.6	19.9	.06	.23
Total ordeño	53.9	16.1	10.1	9.8	22.5	17.6	.11	.29
Total lactación	48.6	27.0	14.7	15.6	24.5	16.5	.14	.49

\* L= Efecto lineal. C= Efecto cuadrático.

CUADRO 10. Efecto de la dosis de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en el concentrado suministrado a las ovejas, sobre el crecimiento de los corderos en cría (28±3 días).

Variable	Dosis de Jabón Cálcico (%)					Efec.(P<) <sup>a</sup>		
	0	5	10	15	20	±ES	L	C
Peso nacimiento (kg)	3.9	3.4	4.1	4.1	4.3	.25		
Peso destete <sup>1</sup> (kg)	9.9	10.2	9.9	10.6	10.4	.30	.35	.83
A.P.D. <sup>1,2</sup> (g/d)	227	225	234	232	222	17.40	.97	.70
I. conversión <sup>1,3</sup>	5.8	5.4	6.8	5.2	5.5	.60	.68	.53

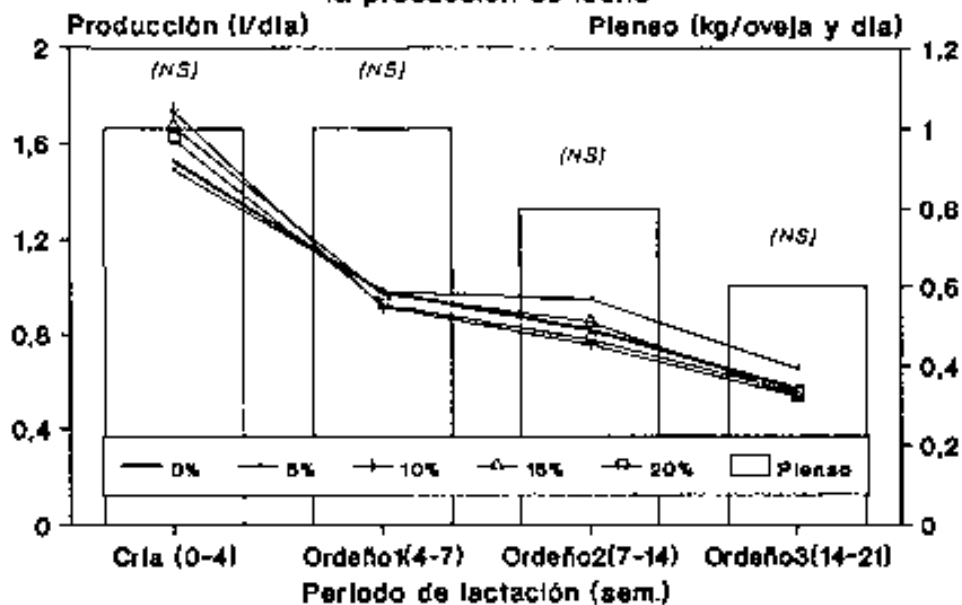
<sup>a</sup> L = Efecto lineal, C = Efecto cuadrático.

<sup>1</sup> Valores medios usando el peso al nacimiento como covariable.

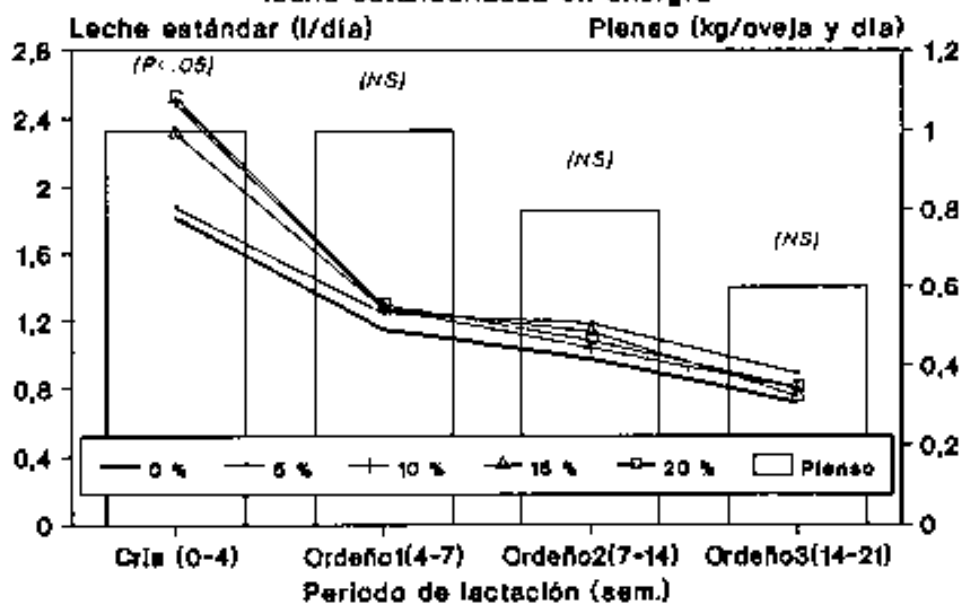
<sup>2</sup> A.P.D. = Aumento de peso diario.

<sup>3</sup> Índice de conversión = kg leche producida/kg aumento de peso.

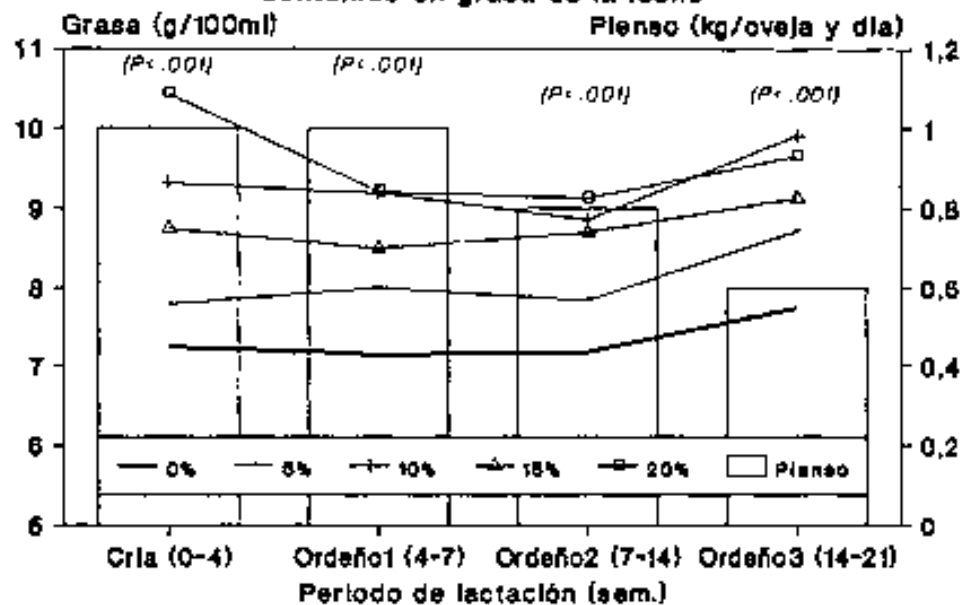
**Figura 1**  
**Efecto de la dosis de Lípidos**  
**(Jabón cálcico) en el pienso sobre**  
**la producción de leche**



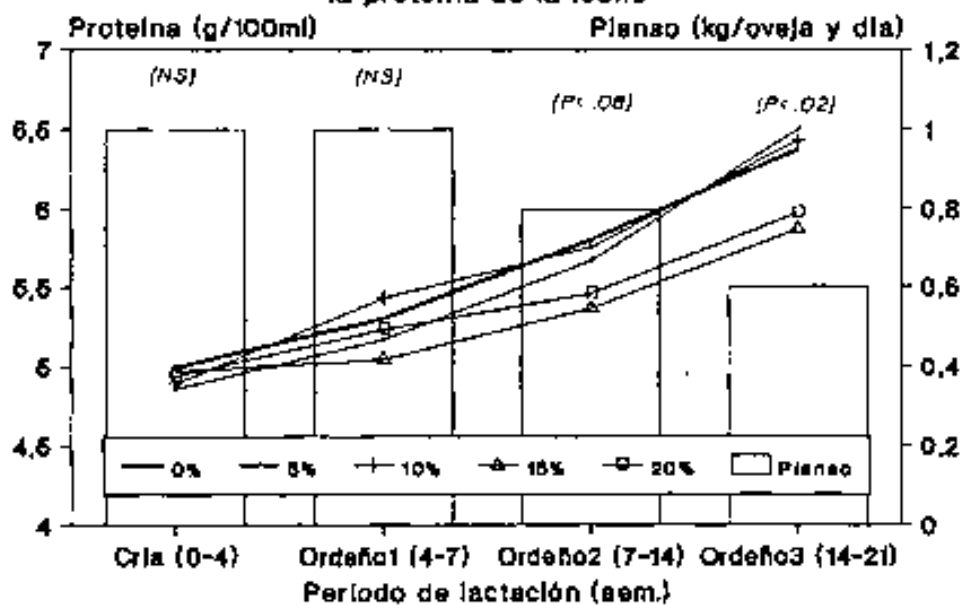
**Figura 2**  
**Efecto de la dosis de Lípidos**  
**(Jabón cálcico) en el pienso sobre la**  
**leche estandarizada en energía**



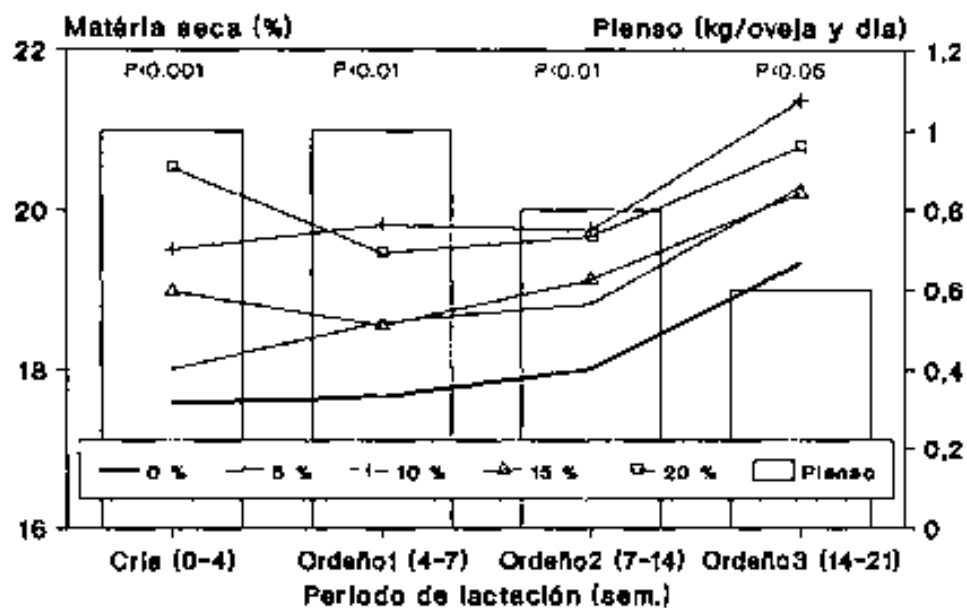
**Figura 3**  
**Efecto de la dosis de Lípidos**  
**(Jabón cálcico) en el pienso sobre el**  
**contenido en grasa de la leche**



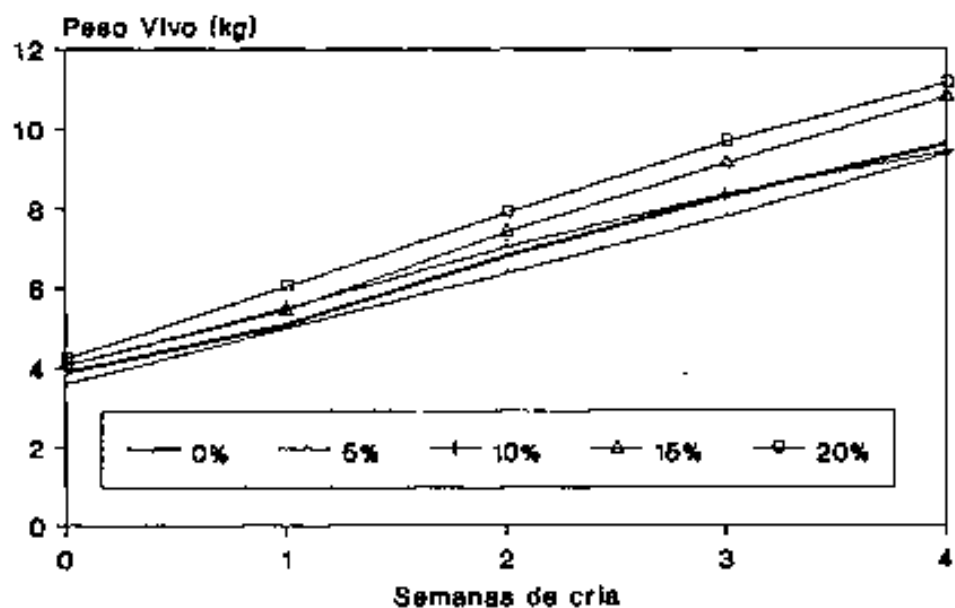
**Figura 4**  
**Efecto de la dosis de Lípidos**  
**(Jabón cálcico) en el pienso sobre**  
**la proteína de la leche**



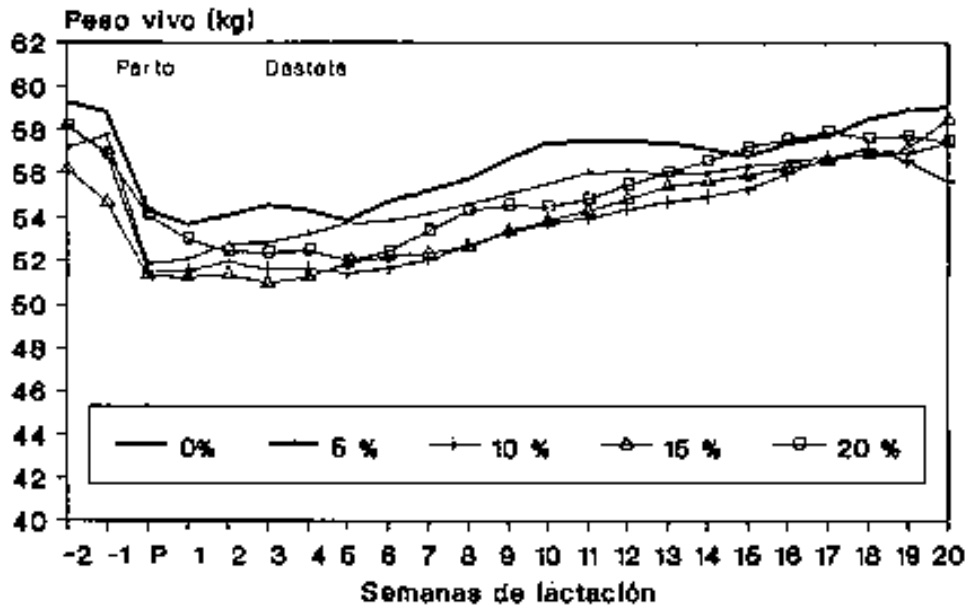
**Figura 5**  
**Efecto de la dosis de lípidos en pienso sobre la materia seca de la leche**



**Figura 6**  
**Efecto de la dosis de lípidos sobre el crecimiento de los corderos en cría**



**Figura 7**  
**Efecto de la dosis de lípidos sobre**  
**la evolución del peso vivo**



**Figura 8**  
**Efecto de la dosis de lípidos sobre la**  
**evolución de la condición corporal**

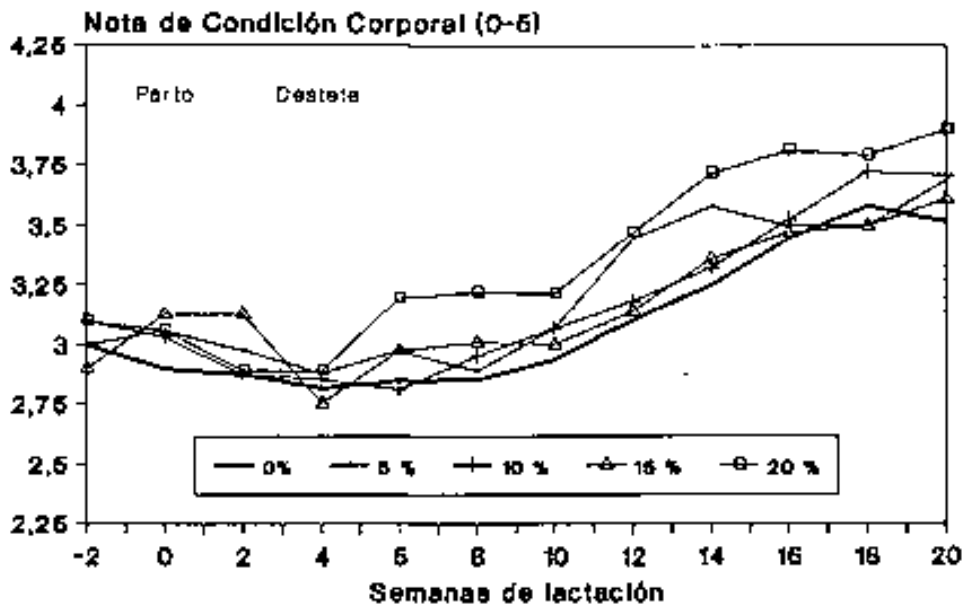


Figura 9  
 Respuesta en el contenido en grasa de la  
 leche según la dosis de lípidos en el pienso  
 Aumento en grasa (g/100 ml leche)

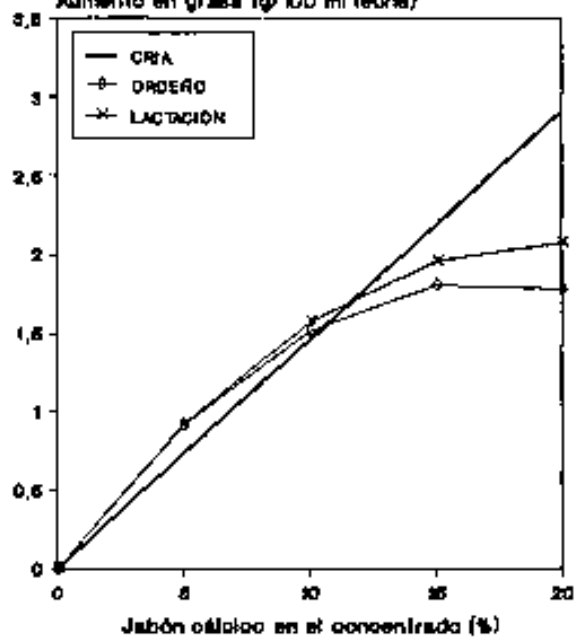


Figura 10  
 Respuesta en grasa de la leche según la  
 dosis de lípidos y período de lactación

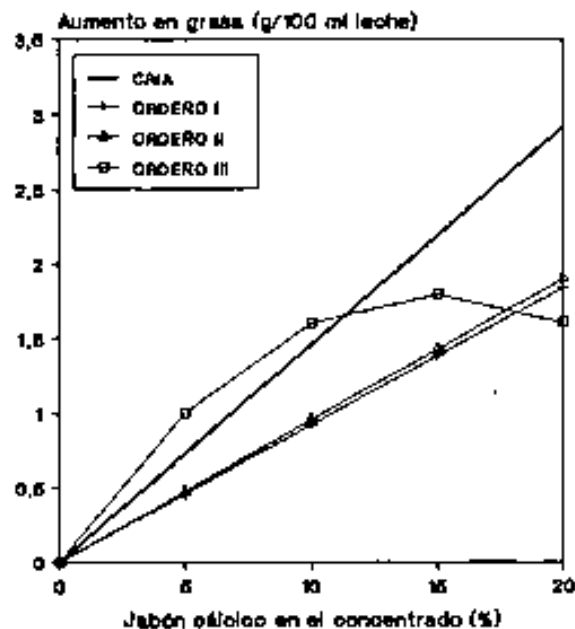




Figura 11  
 Respuesta en proteína de la leche según  
 la dosis de lípidos en el pienso

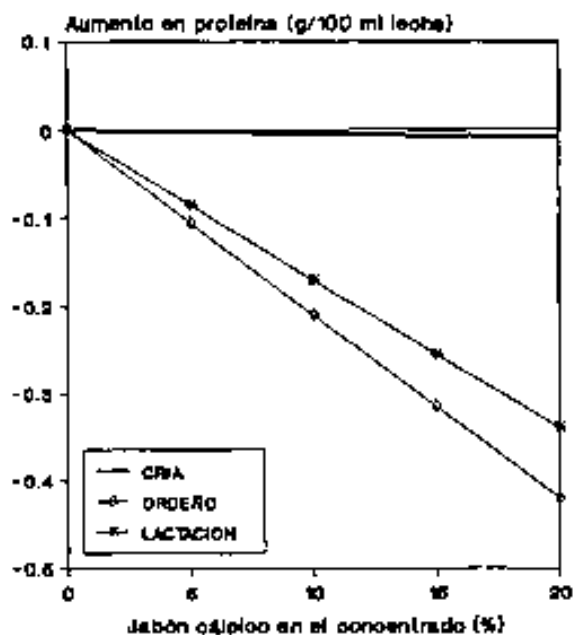
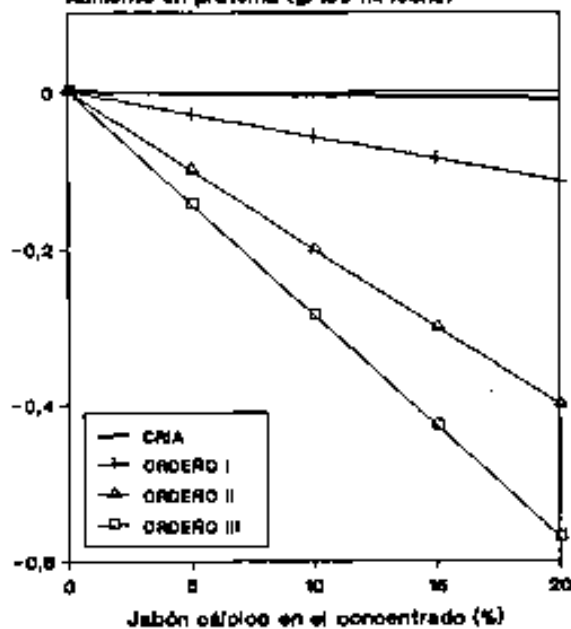


Figura 12  
 Respuesta en proteína de la leche según  
 la dosis de lípidos y periodo de lactación  
 Aumento en proteína (g/100 ml leche)



#### IV. EXPERIENCIA III

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION CON LIPIDOS PROTEGIDOS DURANTE LA CUBRICION EN LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS Y LOS INDICADORES METABOLICOS DE GANADO OVINO.

##### RESUMEN

En una primera experiencia, llevada a cabo en verano, se utilizaron 48 ovejas y 24 corderas de raza Manchega, la mitad de las cuales recibieron un suplemento de jabón cálcico de ácidos grasos (150 g/oveja/d; 100 g/cordera/d) por un periodo de 8 semanas. Los animales permanecieron siempre estabulados y la alimentación, próxima a mantenimiento, fué en base a heno de veza-avena (1 kg/d) y avena en grano (.1 kg/d). Se realizó sincronización de celos mediante esponjas de FGA, durante 14 días, sin aplicación de PMSG, introduciéndose los machos (1/6 ovejas) dos días antes de la retirada de las mismas, a las tres semanas del inicio de la prueba. El jabón cálcico tendió a aumentar la tasa de ovulación de las ovejas, e incrementó la prolificidad y la fecundidad de las mismas respecto al control. En las ovejas suplementadas y en las que ovularon doble, aumentaron los niveles plasmáticos de glucosa. El jabón cálcico aumentó también los niveles de triglicéridos, AGNEs, colesterol y progesterona, estando además estos dos últimos correlacionados entre sí.

En la segunda experiencia llevada a cabo en primavera con 82 ovejas de raza Ripollesa, en condiciones de semiestabulación, y con pasto abundante, la suplementación con jabón cálcico (150 g/d) o con cebada (500 g/d) no tuvo efecto sobre los resultados reproductivos. En este caso se realizó monta natural, habiéndose introducido los machos (1/28 ovejas) a las 2 semanas del inicio de la prueba.

Finalmente se llevó a cabo una tercera experiencia, en condiciones análogas a la anterior, con 61 ovejas de raza Ripollesa, la mitad de las cuales recibieron un suplemento de jabón cálcico de ácidos grasos. Tampoco en este caso se obtuvieron mejoras en los resultados reproductivos.

##### INTRODUCCION

Los rendimientos reproductivos obtenidos en el ganado ovino suelen estar frecuentemente relacionados con la disponibilidad y calidad de alimentos en el periodo de cubrición (Gunn, 1983; Theriez, 1984). Así Rhind et al. (1989) indicaron menores tasa de ovulación y prolificidad en

ovejas que recibieron una alimentación restringida durante las dos semanas anteriores a la cubrición, respecto a las que fueron correctamente alimentadas. Por otro lado, la suplementación de las raciones ha permitido obtener en muchos casos aumentos en la tasa de ovulación (Gunn *et al.*, 1979 y 1981a y b; Haresign, 1981; Thomas *et al.*, 1987) y en la prolificidad (Thomas *et al.*, 1987). La fertilidad en cambio es más difícil de incrementar, de forma que las mejoras observadas en dicho parámetro suelen corresponder a animales que sufrieron importantes restricciones nutritivas o que estaban en mal estado de condición corporal antes del inicio de la suplementación (Folch *et al.*, 1987; Torre *et al.*, 1991; Gunn, *et al.*, 1991).

Aunque tradicionalmente se ha considerado que los efectos del "flushing" se deben fundamentalmente a aumentos en el aporte energético, con poca influencia de la proteína (Torrel *et al.*, 1972), también es cierto que otros autores han indicado mejoras en la tasa de ovulación al incrementar el nivel proteico de la ración (Davis *et al.*, 1981), o al utilizar alimentos específicos como el altramuza (Oldham y Lindsay, 1984), caracterizado no sólo por su alto contenido en proteína, sino también por un importante contenido en lípidos (10.4%; INRA, 1989). Por otro lado Teleni *et al.* (1984), en ovejas a nivel de mantenimiento, indicaron aumentos similares en la tasa de ovulación a los obtenidos con altramuza, al hacer una infusión endovenosa de glucosa y acetato durante 9 días, lo que resaltaría la importancia del aporte energético.

Paralelamente, y sobre todo en ganado vacuno, se ha observado en los últimos años un interés creciente por conocer los efectos de la utilización de alimentos altamente energéticos, como los lípidos, sobre los parámetros metabólicos y los resultados reproductivos obtenidos (Grummer y Carroll, 1988 y 1991). En su última revisión bibliográfica dichos autores (1991) señalan como posibles vías de actuación de los lípidos las siguientes: Un aumento de los niveles de prostaglandina F<sub>2</sub> (agente luteolítico que puede promover el crecimiento folicular), un aumento de los niveles de colesterol (precursor de la síntesis luteal de progesterona); y el restablecimiento de balances energéticos positivos en animales inicialmente subalimentados.

Si bien estas hipótesis son todavía especulativas, también es cierto que con el empleo de lípidos se han obtenido en vacuno resultados positivos. Así varios autores han indicado aumentos en el nivel de progesterona, ya sea utilizando semillas enteras de oleaginosas (Talavera *et al.*, 1985; Williams, 1988), o lípidos protegidos (Carroll *et al.*, 1990; Sklan *et al.*, 1991), que en algunos casos han coincidido con aumentos en la vida del cuerpo lúteo (Williams, 1988) o en la fertilidad del rebaño (Sklan *et al.*, 1991). También con lípidos protegidos, Ferguson *et al.*

(1990) obtuvieron un mayor número de vacas gestantes por inseminación, y Lucy et al. (1991) observaron un aumento en el número y en el tamaño medio de los folículos de más de 15 mm. tamaño.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los objetivos de este trabajo fueron: 1) estudiar los efectos de una suplementación con lípidos durante la cubrición sobre los resultados reproductivos e indicadores metabólicos en el caso de animales en condiciones de alimentación próximas a conservación; 2) estudiar los efectos de una suplementación con lípidos y con cebada sobre los resultados reproductivos en animales en condiciones de exceso de alimentación a la cubrición.

## MATERIAL Y METODOS

### - Experiencia 1 -

#### Animales y raciones experimentales

Se utilizaron cuarenta y ocho ovejas y veinticuatro corderas de raza Manchega que se mantuvieron permanentemente estabuladas, durante el verano (Julio- Septiembre), en la Granja Experimental de la Facultad de Veterinaria de la U.A.B.

Las ovejas, cuya lactación había concluido durante los meses de Mayo y Junio, fueron distribuidas en dos lotes homogéneos en cuanto a número de partos, prolificidad, peso vivo y condición corporal. A cada lote se le asignó al azar uno de los tratamientos experimentales: C = control, y SL = suplementación con lípidos. Análogamente, las corderas se asignaron también a dos lotes (C y SL), equilibrados en este caso en función de la edad, el peso vivo y la condición corporal.

Después de un periodo de adaptación previa de 10 días de duración, la fase experimental o "flushing" se inició el 24 de Julio, prolongándose por espacio de 8 semanas (3 ciclos sexuales). Durante la misma los lotes SL recibieron un suplemento de JCAG (Jabón cálcico de aceite de palma, Norel S.A., Madrid) a razón de 150 y 100 g por cabeza y día en ovejas y corderas respectivamente, que se suministraron repartidos en dos tomas diarias, a las 8 a.m. y a las 2 p.m.

La alimentación se ajustó inicialmente según INRA (1981) para mantenimiento de las ovejas o crecimiento lento de las corderas. Así en todos los lotes se suministraron 1 kg de heno de veza-avena y 0.1 kg de avena en grano, partida, por cabeza y día. Esta última se utilizó como excipiente para el aporte del suplemento lipídico y de fosfato monopotásico (PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>K), que se suministró a razón de

6 g/cabeza/día en los lotes "0" y de 12 g/cabeza/día en los lotes "G". Todo el rebaño tuvo a su libre disposición un bloque de microminerales (Colorsal, Purina, Barcelona).

#### Manejo y controles reproductivos

Una semana después del inicio del "flushing", se colocaron esponjas vaginales (Chrono-gest; Intervet, Salamanca, España), conteniendo 30 mg de acetato de fluorogestona (FGA) en el caso de las ovejas, y 40 mg en el caso de las corderas, a fin de sincronizar los celos. Dichas esponjas se retiraron a los 14 días de su colocación (3 semanas de flushing), sin aplicación de PMSG, para no alterar la tasa de ovulación. Dos días antes de la retirada de las mismas se introdujeron los machos en el rebaño, a razón de 1 por cada 6 ovejas.

A partir la retirada de las esponjas se controló el momento de la aparición de ovejas en celo. Para ello los machos fueron provistos de arneses con pastillas marcadoras, y se anotó el tiempo transcurrido hasta que cada oveja fué cubierta por primera vez. En ciclos sexuales posteriores se controló por el mismo método el día en que las ovejas vacías fueron cubiertas de nuevo.

Una semana después de retiradas las esponjas, tiempo equivalente a entre 4 y 6 días después de la manifestación del primer celo, se observó la tasa de ovulación (T.O.) mediante laparoscopia, según la técnica descrita por Kelly y Allison (1976), con ligeras modificaciones (Paramio, 1985). Para facilitar la visualización de los ovarios los animales se mantuvieron en ayunas 24 horas antes de realizar las laparoscopias, que se llevaron a cabo mediante un laparoscopio de 9 mm de diámetro (Pouret, Paris, France), alimentado por una fuente de luz fría de 150 W de la misma marca. Por otra parte, en la época de partos se controlaron los nacimientos, lo que permitió, junto a los datos anteriores, calcular los resultados reproductivos.

#### Toma de muestras y análisis

Cada dos semanas se tomaron muestras de los alimentos para su posterior análisis químico (Tabla 1), que se hizo siguiendo la metodología indicada por Casals *et al.* (1992).

Semanalmente se evaluaron el peso vivo y la condición corporal, y se tomaron muestras de sangre para su posterior análisis. Las pesadas se realizaron en ayunas en una báscula portátil para ovino (Percar S.A., Manresa, España) provista de un dinamómetro de  $200 \pm 0.5$  kg. A continuación, en la misma báscula, se estimó la condición corporal según el método propuesto por Russell *et al.* (1969), expresándola como un índice entre 0 y 5, con apreciación de 0.5 puntos.

Las extracciones de sangre se hicieron en ayunas, recogiendo dos muestras de la vena yugular en tubos heparinizados (Vacutainer; Becton Dickinson, Heylan, France), homogeneizando suavemente. Una de las muestras se utilizó para el análisis del valor hematocrito, contenido en glóbulos rojos y en glóbulos blancos, y fórmula leucocitaria. De la otra muestra se separó el plasma por centrifugación a 3.000 r.p.m. durante 10 m. en una centrifuga "Centronic" (Selecta, Martorell, España), recogiendo dos submuestras del mismo para el análisis posterior de progesterona y de metabolitos (Glucosa, Ácidos grasos no esterificados, Triglicéridos, Colesterol, Creatinina y Urea). Hasta el momento de los análisis las muestras de plasma se conservaron a -20 °C.

Las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) fueron determinadas por Radioinmunoensayo (RIA) mediante una dosificación en fase sólida (Carlson *et al.*, 1989) a través de un anticuerpo específico, utilizando un kit comercial (Biomérieux; Laboratory Reagents and Instruments, Marcy L'Etoile, France). La sensibilidad mínima del ensayo fue de 0.05 ng/ml. El coeficiente de variación intraanálisis fue de 17.9 % para concentraciones por debajo de .5 ng/ml, y de 7.3 % para concentraciones por encima de dicho valor.

La concentración de metabolitos en plasma se analizó mediante un Autoanalizador (Cobas-Bio; Hoffmann-La Roche S.A., Basel, Suiza), utilizando Kits comerciales para glucosa (Gluco-quant; Boehringer-Mannheim, Mannheim, Germany), triglicéridos (GPO-PAP; Boehringer-Mannheim, Mannheim, Germany), ácidos grasos no esterificados (Wako; Wako Chemicals, Neuss, Germany), colesterol (CHOD-PAP; Boehringer-Mannheim, Mannheim, Germany), urea (TEST UV; Boehringer-Mannheim, Mannheim, Germany), y creatinina (Creatinine colorimetric method; Boehringer-Mannheim, Mannheim, Germany).

El valor hematocrito se determinó mediante la técnica del microhematocrito (Coles, 1986), centrifugando los capilares a 9.000 r.p.m. durante 6 minutos, en una centrifuga de microhematocrito (Hawksley & Sons, Sussex, England).

Para el recuento de glóbulos rojos se realizó una dilución 1/200 de sangre con la solución isotónica de Hayem (2.5 g de sulfato sódico, .5 g de cloruro sódico, .25 g de fluoruro mercuríco y 200 ml de agua destilada). Una vez homogeneizada la dilución, y obtenido el sedimento, el conteo se llevó a cabo en una cámara de recuento (cámara de Neubauer) calculándose el total de eritrocitos por  $\mu$ l. El recuento de glóbulos blancos se realizó en la misma cámara, pero en este caso previa dilución de la sangre al 1/20 con la solución de Turk (ácido acético glacial al 2% y violeta de genciana al .01%), obteniéndose así el número de leucocitos por  $\mu$ l.

La fórmula leucocitaria se estimó mediante un microscopio óptico (Zeiss, Oberkochen, W. Germany), utilizando objetivo de inmersión. Para ello se realizó una tinción de May Grünwald-Giemsa en un frotis sanguíneo que previamente se había fijado con metanol.

- Experiencia 2 -

Animales y raciones experimentales

Se utilizaron 82 ovejas de raza Ripollesa de la Granja Experimental de la U.A.B., que fueron distribuidas en tres lotes homogéneos en cuanto a número de partos, prolificidad, peso vivo y condición corporal, asignándose al azar cada lote a uno de los tratamientos experimentales: C= control, SL= suplementación con lípidos (150 g de JCAO/ov/d) y SC= suplementación con cebada (500 g/ov/d). La experiencia se llevó a cabo durante la primavera (Marzo-Mayo), manteniéndose la suplementación durante 10 semanas, equivalentes a 4 ciclos sexuales.

La alimentación se basó en el pastoreo de praderas de secano, muy productivas en esa época, y en el suministro en el aprisco de 0.35 kg de paja de trigo por oveja y día. Teniendo en cuenta el aporte de proteína por parte de la cebada, y a fin de que las raciones fueran isoproteicas, a los lotes C y SL se les suministraron 0.1 kg de turtó de soja (42% PB) por oveja y día.

Manejo reproductivo y controles

La monta se inició a el 23 de Marzo, a las dos semanas del comienzo de la suplementación, utilizando moruecos de raza Ripollesa, con una relación de 1 por cada 28 ovejas. Los machos, provistos también de arneses marcadores, permanecieron en contacto con su lote de ovejas respectivo durante el periodo de estabulación nocturna de las mismas (4.30 p.m.-9 a.m.). Al igual que en la experiencia 1, diariamente se anotaron las ovejas que fueron cubiertas, y en la época de partos se controlaron los nacimientos. Así mismo, se analizaron muestras de los alimentos suministrados (Tabla 1), y se controlaron semanalmente el peso vivo y la condición corporal.

- Experiencia 3 -

Se llevó a cabo al año siguiente, utilizando 61 ovejas de raza "Ripollesa", en análogas condiciones al caso anterior, pero substituyendo el turtó de soja por 0.1 kg de avena. En este caso las ovejas se asignaron a dos lotes experimentales: C= Control, y FL= Suplementación con lípidos.

Se realizaron igualmente los mismos controles que en la

Experiencia 2, a excepción del peso vivo y la condición corporal, que se valoraron en el momento de la cubrición. Por otra parte, y durante los dos primeros ciclos sexuales, a los 4-6 días de la cubrición se determinó la tasa de ovulación, siguiendo la metodología indicada en la Experiencia 1.

### Análisis estadístico

El análisis de los datos de las 3 experiencias se hizo utilizando el paquete estadístico BMDP (Dixon *et al.*, 1988). El modelo general empleado para estudiar los efectos de la alimentación sobre los resultados reproductivos, peso vivo, condición corporal, análisis de metabolitos sanguíneos, glóbulos sanguíneos, y concentración plasmática de progesterona, fué el siguiente:

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

En donde

$Y_{ij}$  = valor de la variable dependiente estudiada en el periodo considerado (p.e. T.O. 1<sup>er</sup> ciclo, fertilidad 1<sup>er</sup> ciclo, prolificidad 1<sup>er</sup> ciclo, etc.).

$\mu$  = media general de la población.

$L_i$  = efecto del factor lote, siendo  $i = 1, 2, 3$  ( $1 = C$  y  $2 = SL$ , en las tres experiencias;  $3 = SC$ , en la segunda experiencia)

$e_{ij}$  = error residual.

En dicho modelo los datos de presentación de celo, fertilidad y prolificidad fueron analizados como si se tratara de variables continuas, de forma análoga a como anteriormente lo hicieran otros autores con este tipo de variables (Notter y Copenhaver, 1980; Gabiña, 1989; Torre 1991).

Por otra parte, en la experiencia 1, al estudiar la influencia de la alimentación sobre los niveles plasmáticos de progesterona, se consideró de interés eliminar en lo posible los efectos derivados del estado de gestación. Para ello se subdividieron los animales de cada lote en función de su fertilidad a la primera cubrición, aplicándose por separado en cada uno de los subgrupos obtenidos (ovejas paridas y no paridas; corderas paridas y no paridas) el modelo estadístico indicado anteriormente. Finalmente, teniendo en cuenta que la progesterona puede verse influida por la tasa de ovulación (Abecia *et al.*, 1991), y que ésta, como se verá posteriormente, dió valores más elevados en el caso de las ovejas suplementadas, se aplicó el siguiente



modelo estadístico para estudiar los efectos de la suplementación con lípidos sobre la concentración de progesterona a igualdad de tasa de ovulación:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + T_j + (LT)_{ij} + e_{ijk}$$

En donde

$Y_{ijk}$  = concentración plasmática de progesterona.

$\mu$  = media general de la población.

$L_i$  = efecto del factor lote,  $i=1,2$  ( $1=C$ ,  $2=FL$ ).

$T_j$  = efecto de la T.O.,  $j=1,2$  ( $1=1$  cuerpo lúteo,  $2=$  cuerpos lúteos).

$(LT)_{ij}$  = efecto de la interacción entre el lote y la tasa de ovulación

$e_{ij}$  = error residual.

Finalmente se analizaron los niveles de indicadores metabólicos en plasma en relación a la tasa de ovulación de las ovejas. Para ello se utilizó un modelo estadístico análogo al general ( $Y_{ij} = \mu + TO_i + e_{ij}$ ), siendo en este caso el factor de variación la tasa de ovulación ( $TO$ ,  $i=1,2$ ).

## RESULTADOS

### - Experiencia 1 -

#### Peso vivo y condición corporal

El análisis químico de los alimentos (cuadro 1) constató la baja calidad del heno de veza-avena utilizado (7.3% de PB, 33.9% de F.B.), inferior a la que inicialmente se había previsto. Posiblemente a consecuencia de ello, y a pesar de que previamente se había realizado un periodo de adaptación a las raciones experimentales, a las dos semanas del inicio de la fase experimental, se observó un descenso en el peso vivo de los animales (Figuras 1.1 y 1.2), que luego se fué recuperando hasta el final de la prueba. Tal como se indica en el Cuadro 3, en el caso de las corderas esta disminución de peso fué mayor ( $P<.07$ ) en el lote control que en el suplementado con lípidos (-3.4 vs. -1.6 kg).

De forma análoga, en el mismo periodo de tiempo se produjo en todos los lotes una disminución de la condición corporal (Figuras 1.1 y 1.2), que también tendió a ser más acusada ( $P<.20$ ) en las corderas del lote C, respecto a sus

homólogas del lote SL (-.1 puntos de CC vs. -.3 puntos). A diferencia de lo ocurrido con el peso vivo, que luego se recuperó tanto en ovejas como en corderas, la condición corporal sólo lo hizo en el caso de las ovejas suplementadas con lípidos (Cuadro 3), que desde la segunda semana de experiencia hasta el final de la misma tuvieron un mayor aumento de CC ( $P<.01$ ) que las del lote C (-.10 vs +.25 vs).

La CC a la cubrición fértil fué más elevada ( $P<.05$ ) en las ovejas del lote SL que en las del C (2.9 vs. 2.5), coincidiendo con unas menores pérdidas de peso vivo ( $P<.05$ ) y de condición corporal ( $P<.10$ ) desde el inicio de la experiencia hasta la cubrición en los lotes suplementados, tanto de ovejas como de corderas. Tendencias similares se obtuvieron entre el principio y el final de la experiencia (Cuadro 3), siempre con valores favorables a los lotes con lípidos, que en el caso de las corderas aumentaron 1.7 kg.

#### Resultados reproductivos

Los resultados reproductivos obtenidos en los dos primeros ciclos sexuales se han resumido en el cuadro 2. No se observaron diferencias entre los lotes C y SL en cuanto al porcentaje de animales que mostraron signos de celo, ni en el tiempo transcurrido desde la retirada de las esponjas vaginales hasta la aparición de los mismos (Figura 1.3). En este caso únicamente se observó un cierto desfase entre ovejas y corderas, de forma que a las 40 horas post retirada de esponjas el 90% de las ovejas habían sido cubiertas por sólo un 60 % de las corderas.

La eficiencia en la detección de celos por medio de los machos, confirmada por el porcentaje de animales que ovularon en el primer ciclo y por los niveles plasmáticos de progesterona, fué de un 100% en el caso de las ovejas y de las corderas del lote SL. Por contra, en lote de corderas no suplementadas (C) sólo ovularon el 58% de las mismas (7/12). Tres de las cinco corderas que no ovularon en el primer ciclo presentaron posteriormente niveles mínimos de progesterona (<.5 ng/ml) en todos los controles.

La tasa de ovulación tendió a aumentar ( $P<.22$ ) en las ovejas suplementadas con lípidos respecto a las del lote C (1.5 vs. 1.3). En cuanto a las corderas, las diferencias, aún siendo favorables al lote SL, fueron inferiores (1.1 vs. 1.0) y no significativas ( $P<.46$ ).

La fertilidad al primer ciclo fue muy similar en ambos lotes de ovejas (59.6%). En cambio en las corderas del lote SL tuvo valores más elevados que en las del lote control (50% vs. 33%), pero sin que las diferencias fueran significativas. Al comparar los datos de los dos primeros ciclos sexuales, tanto de las ovejas como de las corderas, tampoco se pudo demostrar efecto de la suplementación sobre la



fertilidad, a pesar de que en los lotes SL se obtuvieron mejores resultados que en los lotes C (75% vs. 68%).

Los datos de prolificidad fueron más elevados en los lotes SL, siendo significativamente distintos en el caso de las ovejas, tanto en el primer ciclo (1.5 vs. 1.07,  $P<.01$ ), como en el conjunto de los dos primeros (1.56 vs. 1.06,  $P<.002$ ). Igualmente las corderas del lote SL mostraron mejores resultados (1.22 vs. 1.00), aunque debido al menor número de animales disponibles las diferencias no fueron significativas ( $P<.18$ ). En consecuencia la fecundidad obtenida en los dos primeros ciclos fué mayor ( $P<.05$ ) en las ovejas suplementadas (117 vs. 74) y tendió al aumento ( $P<.31$ ) en el caso de las corderas (92 vs. 67).

Las pérdidas reproductivas totales, obtenidas al comparar la tasa de ovulación con el número de nacidos en el primer ciclo, oscilaron entre un 42 y un 50% según lotes (Cuadro 2), sin que las diferencias observadas fueran en absoluto significativas ( $P>.66$ ). Resultados análogos se obtuvieron al estudiar las pérdidas debidas a animales que habían ovulado y que luego no parieron en el ciclo indicado (pérdidas completas).

#### Indicadores metabólicos

Los resultados de los análisis de metabolitos en plasma de las ovejas, realizados a las semanas 2,3,6 y 7 de suplementación, se indican en el Cuadro 4. A consecuencia del aporte de lípidos se observaron en el lote SL, respecto al control, aumentos en los niveles plasmáticos, tanto semanales, como en las medias ( $P<.001$ ) de colesterol (86.7 vs.175.9 mg/dl), AGNEs (1.99 vs. 3.83 mmol/l) y triglicéridos (27.98 vs. 43.86 mg/dl). Así mismo, al avanzar la experiencia, en el lote SL se produjo un aumento ( $P<.05$ ) de la colesterolemia desde la primera a la sexta semana de flushing (139.4 vs. 175.9 mg/dl). Análogamente, y en el mismo período de tiempo, los niveles de AGNEs aumentaron tanto en el lote C ( $P<.01$ ) como en el lote SL ( $P<.05$ ).

La concentración de glucosa aumentó en los lotes SL en la semana 2 de suplementación ( $P<.10$ ) y en las semanas 5 y 6 ( $P<.05$ ), de forma que en promedio los resultados obtenidos entre lotes (54.7 mg/dl vs. 50.8 mg/dl) fueron significativamente distintos ( $P<.01$ ). En este caso el factor tiempo disminuyó ( $P<.05$ ) la glucemia del lote SL entre la primera y sexta semana (52.6 vs. 56.6 mg/dl).

Los niveles de urea fueron inferiores en el lote SL a la primera ( $P<.05$ ), segunda y sexta semana ( $P<.01$ ), por lo que la media de los 4 análisis (28.3 vs. 23.6 mg/dl) también disminuyó ( $P<.05$ ). La creatinina, por su parte fué en progresivo aumento en el lote C desde la semana 1 a la 6 (1.15

vs. 1.30 mg/dl,  $P < .05$ }, de forma que a partir de la semana 2 se produjeron diferencias entre lotes ( $P < .01$ ), que en promedio fueron claramente significativas ( $P < .001$ ) en favor del lote no suplementado (1.12 vs. 1.23 mg/dl). La relación urea/creatinina fué análoga entre lotes, y permaneció estable a lo largo de la experiencia, a excepción del primer dato del lote control que fué superior a los posteriores.

En cuanto a la posible relación entre el nivel plasmático de los indicadores metabólicos y la tasa de ovulación observada en el primer ciclo (Cuadro 9), hay que indicar que únicamente en el caso de la glucosa se observaron diferencias. Así, a la cubrición, se observó un mayor nivel de glucosa en plasma en las ovejas que ovularon doble respecto a las que tuvieron un sólo cuerpo lúteo (63.1 vs. 58.7,  $P < .08$ ).

#### Progesterona en plasma

La concentración plasmática de progesterona (Cuadro 5) fué superior en los lotes SL, siendo las diferencias significativas en el caso de las ovejas a los 7 ( $P < .10$ ) y a los 21 y 28 días ( $P < .02$ ) de la cubrición.

Análogamente, si se agrupan los animales en función de su fertilidad al primer ciclo, se observa que en las ovejas gestantes los niveles plasmáticos de progesterona fueron siempre superiores en el lote SL (Cuadro 6). Las diferencias respecto al control aumentaron desde los 9 días (+30%,  $P < .11$ ) a los 30 días (+71%,  $P < .01$ ) de la retirada de esponjas. En las ovejas no paridas no hubo diferencias significativas, aunque se observó la misma tendencia entre lotes, a excepción del día 16 post desde la retirada de las esponjas. En cuanto a las corderas (Cuadro 7) los resultados fueron muy similares entre lotes, especialmente en el caso de las que parieron, mientras que en las no paridas también el lote SL tendió a tener valores más elevados.

Teniendo en cuenta que en las ovejas del lote SL se dieron valores de tasa de ovulación más elevados que en el C, y que ésta podría haber influido sobre el aumento observado en el nivel de progesterona de las ovejas paridas, en el Cuadro 8 se indican los resultados obtenidos al estudiar el efecto de la misma y el de los lípidos. Como era de esperar las ovejas con 2 cuerpos lúteos tuvieron mayores niveles plasmáticos de progesterona, especialmente a los 14 y 28 días de la cubrición ( $P < .04$ ). Por otra parte, a igualdad de tasa de ovulación, en el lote SL se siguieron observando niveles más elevados de progesterona. Las diferencias entre lotes fueron en aumento desde los 7 ( $P < .11$ ) a los 28 días ( $P < .001$ ) de la cubrición. La interacción Lote x T.O. fué significativa ( $P < .05$ ) a los 14 y 28 días de la cubrición. La causa estaría en un mayor aumento en el nivel de progesterona del lote SL respecto al

control en el caso de las ovejas que ovularon doble (Cuadro 4).

Dado que varios autores (Talavera *et al.*, 1985; Williams, 1987, Grummer y Carroll, 1988 y 1991) han sugerido la posibilidad de que exista alguna relación entre los niveles de colesterol y la concentración plasmática de progesterona, se estimaron posibles curvas de regresión entre ambos componentes. Así a los 23 y 30 días después de la retirada de esponjas, que corresponderían respectivamente al inicio y a la mitad de la fase luteal del segundo ciclo, se obtuvieron las siguientes relaciones de tipo lineal ( $P < .002$ ) y exponencial ( $P < .001$ ) entre el nivel de progesterona en plasma (Y, ng/ml) y el de colesterol (X, mg/dl):

$$\begin{array}{ll} \text{Día 23:} & Y = .124 + .0039 \times X \quad (R^2 = .22, ES = .51) \\ & Y = .67 + 1.28 \times 10^{-5} \times X^2 \quad (R^2 = .25, ES = .50) \\ \\ \text{Día 30:} & Y = .299 + .0054 \times X \quad (R^2 = .37, ES = .57) \\ & Y = .64 + 1.8 \times 10^{-5} \times X^2 \quad (R^2 = .44, ES = .55) \end{array}$$

Por otra parte se observó también una relación entre los niveles de progesterona en el momento de realizar las endoscopias y el nivel de colesterol en plasma a la retirada de esponjas, aunque únicamente con una  $R^2$  de 0.11.

#### Glóbulos sanguíneos y fórmulas leucocitárias

El análisis del índice de hematocrito y glóbulos sanguíneos indicó una respuesta en sentido inverso entre ovejas y corderas (Cuadro 10). Así, en las ovejas se observaron descensos en el hematocrito (s.3,  $P < .01$ ; s.5 y 7,  $P < .05$ ; media,  $P < .05$ ) y, puntualmente, en los glóbulos rojos (s.4,  $P < .10$ ) y en los glóbulos blancos (s.4,  $P < .01$ ). En cambio en las corderas aumentaron el contenido en glóbulos rojos (s.4,  $P < .10$ , s. 5,  $P < .01$ ; media  $P < .10$ ), glóbulos blancos (s.5,  $P < .01$ ), y hematocrito (s.4,  $P < .10$ ).

La fórmula leucocitaria (Cuadro 11) prácticamente no se vió afectada en el caso de las ovejas, a excepción de los neutrófilos que disminuyeron (s.3,  $P < .05$ ; media,  $P < .10$ ). En las corderas, por su parte se observó un aumento de los neutrófilos (s.4 y media,  $P < .10$ ), y una disminución de los monocitos (s.3 y media,  $P < .10$ ).

#### - Experiencia 2 -

Tal como puede observarse en las figuras 2.1 y 2.2, respectivamente, desde el inicio al final del "flushing" se produjo en todos los lotes un aumento de la condición corporal (+.5 puntos) y del peso vivo (Cuadro 13), que en este caso fué más acusado en el lote suplementado con cebada

(6.2 kg. vs. 4.3,  $P<.02$ ). Así mismo, entre el inicio y la cubrición fértil, se constató en dicho lote un mayor aumento, tanto del peso ( $P<.02$ ) como de la CC ( $P<.07$ ). Sin embargo ni al final de la experiencia, ni a la cubrición fértil se produjeron diferencias de peso vivo y de condición corporal entre lotes.

De forma similar a como ocurrió en la primera experiencia, al inicio del flushing, y hasta la semana 3, se observó un ligero descenso del peso vivo (Figura 2.2), que posiblemente pudiera estar relacionado con la introducción de los machos en el rebaño a la segunda semana de iniciada la prueba.

Los resultados reproductivos (Cuadro 12) fueron muy parecidos entre lotes, de forma que no hubo diferencias significativas entre ellos en ningún aspecto. En el segundo ciclo el lote con lípidos tendió a aumentar la fertilidad (86% vs. 76%) y a disminuir la prolificidad (1.42 vs. 1.56), de forma que al final los datos de fecundidad prácticamente no se diferenciaron entre lotes (120 %).

### - Experiencia 3 -

Al igual que en el caso anterior, no se observaron diferencias entre tratamientos ni en el peso vivo y condición corporal a la cubrición, ni en los resultados reproductivos (Cuadro 12). Estos presentaron tendencias análogas a las indicadas en la Experiencia 2, con la particularidad de que en todos los lotes se produjeron resultados anormalmente bajos, tanto en fertilidad (59%), como en prolificidad (1.25) y fecundidad (74%).

## DISCUSION

### - Experiencia 1 -

#### Variaciones de peso vivo y condición corporal

El hecho de que desde el inicio al final de la experiencia se produjera una disminución de la condición corporal en todos los lotes, excepto en el de las ovejas suplementadas, y que por otra parte se observaran descensos en el peso vivo, salvo en las corderas que recibieron lípidos, indicaría que al menos los animales de los lotes control debieron recibir aportes nutritivos ligeramente por debajo de sus necesidades.

De esta forma el incremento en el nivel de AGNEs entre las semanas 2 y 7 de la experiencia en el lote de ovejas control, estaría relacionado con las pérdidas de peso vivo (-2 kg) y de condición corporal (-.3 puntos) observadas en el mismo a lo largo de la prueba (Cuadro 3). En este caso la movilización de ácidos grasos de las reservas lipídicas

sería la responsable del aumento del contenido plasmático en AGNEs (Chilliard et al., 1986). Paralelamente, el aumento observado en la concentración de creatinina en lote control, pero no en las ovejas del lote SL, indicaría un peor "estatus" de nutrición proteica en el lote C (Lynch et al., 1988). En este sentido la mayor concentración plasmática de urea observada en dicho lote podría ser consecuencia de una mayor movilización proteica, de manera que parte de los aminoácidos liberados no se hubieran utilizado, transformándose en urea. También es posible que en el lote suplementado con lípidos hubiera habido una menor producción de proteína microbiana en el rúmen, o que la retención de proteína en el mismo hubiera sido superior.

En cualquier caso los niveles de urea observados serían normales en ambos lotes, y los de creatinina, especialmente en el lote control, corresponderían a animales con un restringido aporte de proteína en la dieta (Lynch et al., 1988), tal como era de esperar por la calidad del forraje. Sin embargo, teniendo en cuenta que la relación urea/creatinina tuvo valores muy próximos a los observados por Lynch et al. (1988) en ovejas que recibieron un aporte correcto de proteína, es muy probable que el déficit proteico fuera relativamente moderado.

En cuanto a los aumentos detectados en el nivel de AGNEs en el lote SL respecto al control parece descartable que sean debidos a una mayor movilización lipídica, sobre todo si tenemos en cuenta que a partir de la semana 2, en que se iniciaron los análisis, y hasta el final de la prueba, las ovejas suplementados aumentaron .3 puntos de condición corporal y 1.9 kg. de peso vivo. Entre las causas por las que los AGNEs podrían variar se citan incrementos en la hidrólisis de triglicéridos, una menor reesterificación de ácidos grasos, o una combinación de ambos (Grummer y Carroll, 1988). Yang et al. (1978), en ovejas que recibieron lípidos, indicaron una menor incorporación de ( $1-^{14}C$ ) glucosa en el tejido graso, sugiriendo una posible reducción en la reesterificación de ácidos grasos. Así es muy probable que los aumentos detectados en el nivel de AGNEs en el lote SL respecto al control se deban al incremento observado del nivel de triglicéridos contenidos en las lipoproteínas circulantes. Tal como han sugerido Grummer y Carroll (1991), dichos triglicéridos se hidrolizarían por acción de la lipoproteína lipasa, liberándose sus ácidos grasos, sin que estos llegaran a utilizarse totalmente. De esta forma parte de los ácidos grasos pasarían de nuevo a la sangre (Chilliard et al., 1986; Gagliostro et al., 1991) incrementándose así su concentración. Por otro lado se han indicado relaciones inversas entre el nivel de AGNEs (reflejo de lipomovilización) y la actividad de la lipoproteína lipasa del tejido adiposo (Chilliard, 1985), de manera que habría una menor captación de los mismos al aumentar su concentración.

En cualquier caso, varios han sido los autores que han obtenido aumentos en el nivel de AGNEs al suplementar las raciones con lípidos (Bines et al., 1978; Sklan et al., 1991; Smith et al., 1978; Grummer y Carroll, 1991). En cambio Jenkins y Jenny (1989) y Baldi et al. (1992), no encontraron diferencias entre lotes, mientras que Gagliostro et al. (1991) obtuvieron resultados diversos según el estado de lactación y por tanto el grado de movilización de reservas corporales. En concreto al inicio de la lactación indicaron un mayor nivel de AGNEs en el lote control, coincidiendo con su peor balance energético, mientras que en mitad de la lactación el lote con lípidos dió valores de NEFAs más elevados.

### Resultados reproductivos

El hecho de que al primer ciclo ovularan menos del 60 % de las corderas del lote control, mientras que en el lote suplementado lo hicieron el 100 % podría estar relacionado con las mayores pérdidas de peso vivo y de condición corporal observadas en el lote C al inicio de la experiencia (Cuadro 3), en consonancia con la alimentación más restringida que recibieron. En este sentido Schillo (1992) señala los efectos negativos de la subnutrición, la cual puede impedir los aumentos en la frecuencia de pulsación de la liberación de LH, imprescindibles para que se desencadene el crecimiento folicular, y la posterior ovulación. Según el autor mencionado, en el caso de animales muy jóvenes, como algunas de las corderas que se utilizaron, la subnutrición podría retrasar la pubertad, o bien inducir al anoestro, posiblemente por fallos en liberación hipotalámica de LHRH. En todo caso las corderas más jóvenes (7 meses) se habían distribuido por igual en ambos lotes, aunque como se ha indicado las más afectadas fueron las del lote C.

Las mejoras observadas en la tasa de ovulación de los lotes SL, especialmente en el caso de las ovejas (+15 %,  $P < .22$ ), deben estar relacionadas con el mejor balance nutritivo de las raciones, a juzgar por los datos de evolución de peso y condición corporal, y de los indicadores metabólicos comentados anteriormente. Por otro lado si tenemos en cuenta que valores de fertilidad y de mortalidad embrionaria no fueron significativamente distintos entre lotes, es de suponer que los aumentos obtenidos en prolificidad y fecundidad en las ovejas suplementadas fueron básicamente una consecuencia directa de los incrementos observados en la tasa de ovulación.

Varios autores han relacionado la tasa de ovulación y la prolificidad con el peso vivo a la cubrición (Foote, 1959; Killen, 1967; Fletcher 1971, Gunn y Doney, 1975; Davis et al., 1976) y con la variación de peso observada desde el inicio del flushing hasta la cubrición (Coop 1966; Killeen, 1967; Fletcher, 1971). En este sentido Rattray et al.



(1980), en ovejas Perendale, pusieron de claramente de manifiesto los efectos negativos y positivos, respectivamente, de las pérdidas y ganancias de peso sobre la tasa de ovulación.

En nuestro caso si bien no hubo diferencias entre tratamientos en el peso a la cubrición fértil, si las hubo en cuanto a variaciones de peso vivo y de condición corporal, siempre en favor de los lotes suplementados. Así las ovejas del lote SL mostraron una mayor condición corporal a la cubrición fértil que sus homólogas del lote C. Sin embargo no ocurrió lo mismo en las corderas suplementadas, que tampoco recuperaron reservas corporales al final de la experiencia. Este hecho, unido a que había menos animales por lote en el caso de las corderas, podría haber contribuido a que en estos animales jóvenes prácticamente no aparecieran diferencias significativas entre lotes en los resultados reproductivos, a pesar de las tendencias favorables al lote SL.

Desde el punto de vista fisiológico, Haresign (1981) atribuyó las mejoras observadas en la tasa de ovulación del lote suplementado, después de un "flushing" de un ciclo sexual de duración, a la menor atresia de los folículos grandes en las últimas etapas de su desarrollo, mientras que Schillo (1992) señala una posible relación entre condiciones de nutrición restringida, tasa de ovulación reducida, y disfunción en la liberación de la LH pulsátil. En este sentido Lucy *et al.* (1990), estudiaron los efectos de la inclusión de lípidos protegidos (Jabón Cálculo de Aceite de Palma) en la ración de vacas lecheras en el postparto, observando una mayor proporción de folículos grandes, y un incremento en el tamaño medio de los mismos. El jabón cálcico cálcico no afectó los niveles de PGF<sub>2a</sub>, ni de LH, aunque sí se observó una relación directa entre el balance energético, mejorado por los lípidos, y la amplitud de las pulsaciones de LH y el diámetro de los folículos de mayor tamaño. Asimismo Lucy *et al.* (1991b) señalaron una estrecha relación entre el balance energético de las raciones y el tamaño folicular, de forma que al incrementar el primero disminuiría el número de folículos pequeños y aumentaría el de los grandes.

#### Indicadores metabólicos y progesterona

El aumento en la concentración de triglicéridos circulantes es una consecuencia lógica de la ingestión de lípidos dado que una vez absorbidos en el intestino, los ácidos grasos son precisamente reesterificados de forma mayoritaria en triglicéridos, y en menor proporción en fosfolípidos y ésteres del colesterol, siendo así incorporados a las lipoproteínas (VLDL, quilomicrones, etc) que permiten su entrada en la circulación linfática y sanguínea (Bauchart, 1981).

La necesidad de disponer de lipoproteínas para el transporte hace que con la ingestión de lípidos aumente a nivel intestinal la síntesis de compuestos involucrados en la formación de las mismas, como por ejemplo el colesterol (Chilliard et al., 1986). Así el incremento en los niveles de colesterol por efecto de la suplementación con lípidos ha sido señalado por diversos autores (Carroll et al., 1990; Talavera et al., 1985; Jenkins y Jenny, 1989; Williams, 1989; Baldi et al., 1992), y confirmado por Grummer y Carroll (1991) en su trabajo de revisión bibliográfica. En cambio Ferguson et al. (1990), y Sklan et al. (1991), no encontraron diferencias entre tratamientos.

Los aumentos observados en el nivel de progesterona en los lotes suplementados con lípidos deben estar relacionados con los incrementos indicados en el colesterol, uno de los precursores utilizados en el ovario para la síntesis de esteroides (Grummer y Carroll, 1988). La correlaciones obtenidas entre progesterona y colesterol así parecen indicarlo. En este sentido Carroll et al. (1990), en vacas lecheras, indicaron una correlación lineal ( $R^2 = .11$ ) desde la mitad al final de la fase lútea. Por otro lado Talavera et al. (1985), en el mismo periodo del ciclo sexual, y en terneras Holstein que alternativamente recibieron semillas de girasol como fuente de lípidos, indicaron aumentos tanto en el nivel de colesterol como en el de progesterona. En cambio, este mismo autor obtuvo una correlación negativa entre ambos ( $r^2 = -.16$ ;  $P < .01$ ) en el caso de terneras alimentadas con una ración convencional.

Aunque las diferencias en el nivel de colesterol entre las ovejas que ovularon doble y simple no fueron significativas, no es descartable que los mayores niveles de colesterol observados en el lote SL, ya desde la semana 2 de experiencia, hubieran influido en la tasa de ovulación. En vacuno Kweon et al. (1986), citados por Grummer y Carroll (1991), indicaron un aumento del número de embriones recuperados en hembras superovuladas a concentraciones elevadas de colesterol ( $>90$  mg/dl en terneras, y  $>130$  mg/dl).

Las respuestas obtenidas en la concentración plasmática de glucosa al utilizar lípidos son en general muy variables (Grummer y Carroll, 1991). Así Palmquist y Moser (1981) indicaron aumentos en los niveles de insulina y de glucosa al utilizar una mezcla de grasas animales y vegetales hidrolizadas, mientras que obtuvieron resultados inversos con el uso de lípidos protegidos. Por su parte Jenkins y Jenny (1989) indicaron también resultados positivos, mientras que Smith et al. (1978) y Skaar et al. (1989) no encontraron diferencias.

Entre las razones por las que la glucosa puede haber aumentado debido al aporte de lípidos, cabría indicar una

probable reducción en la síntesis de ácidos grasos. Dicha síntesis es dependiente de la generación de NADPH, la mitad del cual se obtiene a partir de la oxidación de glucosa, que así se ahorraría (Remesy et al., 1984; Grummer y Carroll, 1991). Esta hipótesis, especialmente válida en animales en lactación, puede que se reduzca en nuestro caso a la lipodeposición en tejido graso, coexistente siempre con la movilización de reservas, aunque con importancia relativa variable según el balance energético (Chilliard et al., 1986). De todas formas Bergman et al. (1968), indican que el nivel de glucosa utilizado para el turnover normal de los depósitos grasos difícilmente debe superar el 5% del total utilizado en el organismo.

Por otra parte es probable que en el lote suplementado se haya producido una menor utilización basal de glucosa en el tejido muscular. Ello suele ocurrir en rumiantes en déficit energético y con una alta disponibilidad en ácidos grasos (Remesy et al., 1984).

Finalmente, no es descartable que la suplementación con lípidos hubiera orientado la fermentación ruminal hacia una mayor producción de ácido propiónico, que hubiera permitido una mayor gluconeogénesis en el lote SL.

Algunos autores (Teleni y Rowe, 1986; y Scaramuzzi y Downing, 1990) asociaron las mejoras obtenidas en tasa de ovulación con aumentos en el nivel de glucosa en sangre. Por otro lado Rowe (1986) estudió la relación entre la tasa de ovulación (Y, cuerpos lúteos/oveja) y el flujo de entrada de glucosa (X, mmol/h) obtenido al suplementar una ración base con distintos tratamientos (altramuces, glucosa, acetato, caseína tratada con formaldehído, etc.) durante un periodo corto de tiempo. El resultado fué una regresión ( $Y = 1.22 + 0.0074 X$ ,  $R = 0.82$ ,  $P < 0.05$ ) que puso de manifiesto, con independencia del suplemento utilizado, la influencia de la glucosa sobre la tasa de ovulación.

Los datos de que nosotros disponemos son únicamente de concentración de glucosa en plasma, y por otra parte la tasa de ovulación varió en un margen muy estrecho (0,1,2), por lo que no se ha podido hallar ninguna curva de regresión significativa entre dichos parámetros. De todas formas, y tal como se ha indicado anteriormente, los niveles de glucosa en plasma, a la cubrición, fueron superiores en las ovejas que ovularon doble. Es probable entonces que los mayores niveles de glucosa observados en el lote con lípidos hayan contribuido a aumentar en el mismo, respecto al control, la tasa de ovulación.

Schillo et al. (1992) indican que descensos en el nivel de glucosa pueden reducir la amplitud de las pulsaciones de LH previas al crecimiento folicular, pero la frecuencia de pulsación no se veía modificada. Por otro lado Butler y

Smith (1989) señalan que los efectos de la subnutrición sobre el crecimiento folicular estarían relacionados con el nivel de glucosa, pero básicamente por su relación con los niveles de insulina. Al producirse hipoglucemia, descenderían los niveles de insulina que afectaría negativamente a la actividad ovárica (menor respuesta a los estímulos de las gonadotropinas), y también posiblemente a la liberación de GnRH en el hipotálamo.

#### Glóbulos sanguíneos y fórmulas leucocitarias

Los valores obtenidos podrían considerarse normales (Coles, 1986), a excepción del contenido en glóbulos rojos que, sobre todo en las ovejas, y en las corderas no suplementadas, se situaría por debajo del mínimo (8 %) indicado por dicho autor.

Los aumentos observados en el porcentaje de neutrófilos de las corderas que recibieron lípidos podrían tener relación con niveles de adrenalina elevados o con una situación de estrés, aunque es difícil asegurar una relación causa-efecto.

#### Experiencias 2 y 3.

La falta de respuesta al "flushing" en las pruebas llevadas a cabo en primavera debe estar relacionada con la disponibilidad y calidad de la hierba que los animales pastaron, de forma que la alimentación no habría sido factor limitante. Prueba de ello es que en la experiencia 2 en todos los lotes se produjeron aumentos de peso vivo y de condición corporal y que al final de la misma dichos parámetros fueron también similares. Además hay que indicar que en dicha experiencia las cubriciones fértiles se dieron cuando todavía las variaciones de peso vivo y de condición corporal respecto al inicio de la experiencia eran mínimas (Cuadro 12), lo que pudo contribuir a unos peores resultados reproductivos. En cualquier caso, y a pesar de que el peso vivo y la condición corporal aumentaron más rápidamente en el lote con cebada, no hubo diferencias en los resultados reproductivos obtenidos entre los lotes suplementados ya fuera con cebada o con lípidos.

Otros autores han puesto de manifiesto la falta de mejora en tasa de ovulación y en prolificidad en el "flushing" llevado a cabo en primavera (Folch *et al.*, 1987; Torre *et al.*, 1991), de forma que se produciría un efecto de sustitución entre el suplemento y el pasto ingerido.

Por otra parte el hecho de que estas experiencias se realizaran en contraestación pudo también contribuir a que los resultados fueran inferiores a los indicados en la experiencia 1. En este sentido tampoco, Newton *et al.* (1980) y Gherardi y Lindsay (1982) obtuvieron diferencias.

## CONCLUSIONES

La suplementación de la ración con lípidos protegidos tendió a mejorar la tasa de ovulación, y aumentó la prolificidad y la fecundidad en el caso de ovejas cubiertas en verano y mantenidas en condiciones de alimentación restringida. Las ovejas suplementadas tuvieron mayores niveles en plasma de glucosa, triglicéridos, ácidos grasos no esterificados, colesterol y progesterona, observándose una correlación significativa y positiva entre estos dos últimos indicadores metabólicos. La concentración plasmática de glucosa fue asimismo superior en las ovejas que ovularon doble respecto a las de un solo cuerpo lúteo.

En cubrición de primavera, y con abundante pasto, ni los lípidos ni la cebada suplementaria tuvieron efecto sobre los resultados reproductivos.

## BIBLIOGRAFIA

- Abecia, J.A., F. Forcada, C. Sañudo. 1991. Niveles de progesterona al inicio de la gestación en ganado ovino: Influencia de la tasa de ovulación y de la raza. ITEA, Vol. Extra. 11:160. AIDA, Zaragoza.
- Allison, A.J., A.M. Lucas. 1979. Response of Welsh Mountain ewes to flushing and to housing for all or part of the winter. Anim. Prod. 28:257.
- Baldi A., F. Cheli, C. Corino, V. Dell'Orto, F. Polidori. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. Small Rumin. Res. 6:303.
- Bauchart, D., 1981, Digestion comparée des lipides chez les ruminants et les monogastriques. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA. 46:45.
- Bines, J.A., P.E. Brumby, J.E. Storry, R.J. Fulford, and G.D. Braithwaite. 1978. The effect of protected lipids on nutrient intakes, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy cows during early lactation. J. Agric. Sci. (Camb.) 91:135.
- Butler, W.R., and R.D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy Sci. 72:767.

- Carroll, D.J., M.J. Jerred, R.R. Grummer, D.K. Combs, R.A. Pierson, and E.R. Hauser. 1990. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproductive traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73:2855.
- Casals, R. 1992. Efectos de la utilización de jabones cálcicos y de proteínas de baja degradabilidad en la alimentación de ovejas de ordeño. Tesis doctoral (Experiencia I).
- Chilliard, Y., P. Morand-Fehr, D. Sauvant, and P. Bas. 1986. Utilisation métabolique des lipides par le ruminant en lactation. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.* 63:81.
- Coles, E.H. 1986. *Veterinary Clinical pathology*. Fourth Edition. Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA.
- Coop, I.E., 1966. Effects of flushing on reproductive performance of ewes. *J. Agric. Res.* 67:305.
- Davis, I.F., Kenney P.A., Cumming I.A. 1976. Effect of time of joining and rate of stocking on the production of Corriedale ewes in Southern Victoria. 5. Ovulation rate and embryo survival. *Aust J. Exp. Anim. Husband.*, 16:13.
- Davis, I.F., F.D. Brien, J.K. Findlay, I.A. Cumming. 1981. Interactions between dietary protein, ovulation rate and follicle stimulating hormone level in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 4:19.
- Dixon W.J., N.B. Brown, L. Engelman, M.A. Hill, R.I. Jenrich. 1988. *BMDP statistical software manual*. W. J. Dixon, University of California Press, Berkeley, CA. 1234 pp.
- Edey, T.N. 1967. Early embryonic death and subsequent cycle length in the ewe. *J. Reprod. Fert.*, 13:437.
- Ferguson, J.D., D. Sklan, W. Chalupa, and D.S. Kronfeld. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2864.
- Fletcher, I.C. 1971. Effects of nutrition, liveweight and season on the incidence of twin ovulation in South Australian strong-wool Merino ewes. *Aust. J. Agric. Res.* 22:321.
- Folch, J., M.T. Paramio, F. Saiz Cidoncha, E. Echegoyen. 1987. Influencia de la alimentación sobre la actividad reproductiva de la oveja Rasa Aragonesa en primavera. II. Efecto del nivel alimenticio y del flushing en estabulación permanente. *ITEA.* 68:3.

- Foote, W.C., A.L. Pope, A.B. Chapman, L.E. Casida. 1959. Reproduction in the yearling ewe as affected by breed and sequence of feeding level. 1. Effects on ovulation rate and embryo survival. *J. Anim. Sci.* 18:453.
- Gagliostro, G., V. Chilliard, and M.J. Davicco. 1991. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 3. Plasma hormones and mammary apparent uptake of metabolites. *J. Dairy Sci.* 74:1893.
- Gherardi, P.B., Lindsay D.R. 1982. Responses of ewes to lupin supplementation at different times of the breeding season. *Aust. J. Agric. Anim. Husb.* 22:264.
- Gunn, R.G., J.M. Doney, and A.J.F. Russel. 1969. Fertility in Scottish blackface as influenced by nutrition and body condition at mating. *J. Agric. Sci.* 73:289.
- Gunn, R.G., and J.M. Doney. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agric. Sci.* 85:465.
- Gunn, R.G., 1983. The influence of nutrition in the reproductive performance of ewes. Pages 99-110 In "Sheep Production". Ed. W. Haresign. Butterworths, London.
- Gunn, R.G., J.M. Doney, and W.F. Smith. 1979. Fertility in Cheviot ewes. 2. The effect of level of pre-mating nutrition on ovulation rate and early embryo mortality in North and South Country Cheviot ewes in moderately-good condition at mating. *Anim. Prod.* 29:17.
- Gunn, R.G., J.M. Doney, and W.F. Smith. 1984a. The effect of different durations and times of high-level feeding prior to mating on the reproductive performance of Scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.* 39:99.
- Gunn, R.G., J.M. Doney, and W.F. Smith. 1984b. The effect of level of pre-mating nutrition on ovulation rate in Scottish Blackface ewes in different body conditions at mating. *Anim. Prod.* 39:235.
- Gunn, R.G., T.J. Maxwell, D.A. Sim, and J.R. Jones, 1991. The effect of level of nutrition prior to mating on the reproductive performance of ewes of two welsh breeds in different levels of body condition. *Anim. Prod.* 52:157.
- Grummer, R.R., and D.J. Carroll. 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *J. Dairy Sci.* 66:3160.

- Gronner, R.R., and D.J. Carroll. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 69:3838.
- Haresign, W. 1981. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. I. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. *Anim. Prod.*, 32:197.
- Jenkins, T.C., and B.F. Jenny. 1989. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:2316.
- Kelly, R.W., and A.J. Allison. 1976. Measurement of ovulation rates by laparoscopy and effects on reproductive performance. *Proc. of the N.Z. Soc. of Anim. Prod.*, 35:240.
- Killen, I.D., 1967. The effects of body weight and level of nutrition before, during and after joining on ewe fertility. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:126.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, F.M. Michel, W.W. Thatcher. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F<sub>2α</sub>, luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74:483.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, F.M. Michel, W.W. Thatcher. 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:473.
- Lynch, G.P., and C. Jackson Jr. 1988. Nitrogen metabolism and circulating amino acids of gestating ewes. *Nutr. Rep. Int.* 37:995.
- Newton, J.E., J.E. Betts, L. Wilder. 1980. The effect of body condition and time of mating on the reproductive performance of Masham ewes. *Anim. Prod.* 30:253.
- Nottle, M.B., B.P. Setchell, and R.F. Seemark. 1986. Supplementation with lupin grain for six days can increase induced ovulation rate in the ewe. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 11:139.
- Notter D.R., and J.S. Copenhaver. Performance of finnish landrace crossbred ewes under accelerated lambing. I. Fertility, Prolificacy and ewe productivity. *J. Anim. Sci.* 51:1033.
- Palmquist, D.L., and E.A. Moser. 1981. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 64:1664.
- Paramio, M.T. 1983. Influencia de la alimentación sobre los caracteres reproductivos de las ovejas de raza Rasa



- Aragonesa en primavera. Tesis Doctoral, Universidad de León. 214 pp.
- Rattray, P.V., K.T. Jagusch, J.F. Smith, G.W. Winn, K.S. MacLean. 1980. Flushing responses from heavy and light ewes. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 40:34.
- Remesy, C., Y. Chilliard, L. Aroeira, A. Mazur, P. Fafournoux, and C. Demigne. 1984. Le métabolisme des lipides et ses déviations chez le ruminant durant la gestation et la lactation. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A.* 55:53.
- Rhind, S.M., W.A.C. McKelvey, S. McMillen, R.G. Gunn, D.A. Elston. 1989. Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Anim. Prod.*, 48:149.
- Rowe, J.B. 1986. Association between glucose entry rate and ovulation rate in ewes. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 11:91.
- Russell, A.J.F., J.M. Doney, and R.G. Gunn. 1969. Subjective assesment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72:451.
- Scaramuzzi, R.J., and J.A. Downing. 1990. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones. III. International Ruminant Reproduction Symposium. Nice, 25-28 March.
- Skaar, T.C., R.R. Grummer, M.R. Dentine and R.H. Stauffacher. 1989. Effects of pre- and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism vary by season. *J. Dairy Sci.* 72:2028.
- Schauff, D.J., and J.H. Clark. 1989. Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production and milk composition. *J. Dairy Sci.* 72:917.
- Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70:1271.
- Sklan, D., L. Nagar, and A. Arieli. 1990. Effect of feeding different levels of fatty acids or calcium soaps of fatty acids on digestion and metabolizable energy in sheep. *Anim. Prod.* 50:93.
- Sklan, D., U. Moallan, Y. Folman. 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74:510.

- Smith, N.E., W.L. Dunkley and A.A. Franke. 1978. Effects of feeding protected tallow to dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 61:747.
- Talavera, F., C.S. Park and G.L. Williams. 1985. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 60:1045.
- Theriez, M. 1984. Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. Pages 294-326 In *Journées Rech. Ovine et Caprine (9e)*. Ed. INRA-ITOVIC, Paris.
- Thomas, D.L., P.J. Thomford, J.G. Crickman, A.R. Cobb, and P.J. Dziuk. 1987. Effects of plane of nutrition and phenorbital during the pre-mating period on reproduction in ewes fed differentially during the summer and mate in the fall. *J. Anim. Sci.* 64: 1144.
- Torre C., R. Casals, G. Caja, M.T. Paramio, and A. Ferret. 1991. The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring, 1991. *Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires méditerranéens.* 13:85.
- Torrel, D.T., W.C. Weir, I.D. Hume. 1972. Effect of level of protein and energy during flushing on lambing performance of range ewes. *J. Anim. Sci.* 34:479.
- Williams, G.L. 1989. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J. Anim. Sci.* 67:785.

CUADRO 1. Composición química media (s.m.s.) y valor nutritivo estimado de los alimentos.

	Henos		Concentrados			
	Veza- Avena	Paja Trigo	JCAG <sup>1</sup>	Avena	Turtó Soja	Cebada
Experiencia	1	2,3	1,2,3	1,3	2	2
Matéria seca, %	90.9	92.2	96.9	92.2	89.6	89.9
Matéria orgánica, %	92.5	94.2	84.4	94.9	92.5	96.9
Proteína Bruta, %	7.3	2.0	-	12.2	50.7	11.9
Fibra bruta, %	33.9	43.1	-	11.5	6.6	20.7
Extracto etéreo, %	3.1	-	7.5	4.3	1.8	1.9
EE <sup>2</sup> hidrólisis CLH, %	-	-	84.4	-	-	-
MELN <sup>3</sup>	48.2	49.1	-	66.9	33.2	62.4
EN <sup>4</sup> , Mcal/kg	1.10	.75	4.92	1.86	2.06	2.10
UFL <sup>5</sup> /kg MS	0.70	.46	3.0	1.02	1.05	1.14
PDIN <sup>5</sup>	45	12	-	81	361	87
PDIE <sup>5</sup>	68	41	-	90	245	100

<sup>1</sup> Jabón Cálcico de ácidos grasos de aceite de palma, conteniendo: C16:0, 44%; C18:0, 5%; C18:1, 40%; C18:2, 9.5 % (Norel S.A., Madrid, Spain).

<sup>2</sup> Extracto etéreo con hidrólisis ácida previa en CLH 3N.

<sup>3</sup> Materias extractivas libres de nitrógeno

<sup>4</sup> Estimado según tablas NRC (1989).

<sup>5</sup> Estimado según Andrieu *et al.* (1987), en el caso de los forrajes, y según Giger *et al.* (1990), en el caso de los concentrados, excepto JCAG (estimación propia).

CUADRO 2. Efectos de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre los resultados reproductivos en ovino de raza Manchega, en condiciones de subalimentación moderada, en verano.

	Ovejas			Corderas		
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	P<	C	SL	P<
Número de animales	24	24		12	12	
1 <sup>er</sup> ciclo:						
Presentación de celo (%)	96	100	.91	100	100	1.00
Animales que ovularon (%)	96	100	.91	58	100	.01
Tasa de Ovulación	1.30	1.50	.22	1.00	1.08	.46
Pérdidas totales <sup>3</sup> (%)	47.7	41.7	.67	42.9	50.0	.78
Fertilidad (%)	60.9	58.3	.86	33.3	50.0	.43
Prolificidad	1.07	1.50	.01	1.00	1.17	.45
1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> ciclo:						
Fertilidad (%)	69.6	75.0	.68	66.7	75.0	.67
Prolificidad	1.06	1.56	.002	1.00	1.22	.18
Fecundidad (%)	74	117	.05	67	92	.31

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplemento de lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

<sup>3</sup> Pérdidas totales= (Tasa Ovulación-Nacidos)x100/Tasa Ovulación.

CUADRO 3. Efectos sobre el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en ovejas de raza Manchega, en condiciones de subalimentación moderada, en verano.

	Ovejas				Corderas			
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	±ES	P<	C	SL	±ES	P<
<b>Peso vivo</b>								
Inicio	56.0	54.9	.9	.34	41.4	39.9	1.0	.47
Semana 2	53.9	52.3	.9	.23	38.0	38.3	1.0	.89
Cubrición fértil	53.2	52.6	1.0	.77	41.0	38.9	1.1	.34
Final	54.0	54.2	1.0	.72	40.1	41.6	1.0	.47
<b>Variaciones de PV</b>								
Inicio - Semana 2	-2.0	-2.5	.25	.35	-3.4	-1.6	.48	.07
Semana 2 - Final	.1	1.9	.41	.03	2.1	3.3	.44	.20
Inicio - Final	-1.9	-.6	.35	.06	-1.3	1.7	.44	.00
Inicio-Cubr. fértil	-2.8	-.9	.46	.04	-2.0	.0	.35	.01
<b>Condición corporal</b>								
Inicio	3.0	3.0	.11	.92	3.0	2.9	.06	.34
Semana 2	2.8	2.7	.09	.47	2.7	2.8	.07	.54
Cubrición fértil	2.5	2.9	.11	.05	2.6	2.7	.09	.53
Final	2.7	3.0	.08	.19	2.5	2.5	.07	.77
<b>Variaciones de CC:</b>								
Inicio - Semana 2	-.2	-.3	.06	.53	-.3	-.1	.08	.20
Semana 2 - Final	-.1	.3	.07	.01	-.2	-.3	.07	.76
Inicio - Final	-.3	.0	.07	.06	-.5	-.4	.07	.26
Inicio-Cubr. fértil	-.3	.0	.08	.10	-.6	-.2	.10	.09

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplemento de lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

CUADRO 4. Efecto de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en ovejas de raza Manchega sobre los niveles de metabolitos en plasma.

	Lote <sup>1</sup>	Semanas de fase experimental				Media	±ES
		2	3	6	7		
Glucosa (mg/dl)	C	51.72	54.07	46.64	50.86	50.82	.96
	SL	56.64***	57.99* <sup>a</sup>	51.66** <sup>b</sup>	52.55 <sup>b</sup>	54.71**	.62
AGNE (mmol/l)	C	1.53 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>	2.27 <sup>b</sup>	2.34 <sup>b</sup>	1.99	.09
	SL	2.90***	3.98*** <sup>b</sup>	3.21***	5.22*** <sup>b</sup>	3.83***	.18
Triglicéridos (mg/dl)	C	25.3 <sup>a</sup>	35.5 <sup>b</sup>	20.3 <sup>a,c</sup>	30.9 <sup>a</sup>	28.0	1.67
	SL	48.5***	45.5**	37.4***	44.0**	43.9***	2.12
Colesterol (mg/dl)	C	75.4	89.0	90.1	92.1	86.7	4.23
	SL	139.4****	161.9*** <sup>b</sup>	192.9**** <sup>c</sup>	209.2**** <sup>c</sup>	175.9***	7.65
Urea (mg/dl)	C	29.78	27.04	28.28	28.19	28.32	2.04
	SL	24.08**	22.70** <sup>b</sup>	24.57 <sup>a</sup>	23.14*** <sup>b</sup>	23.62*	.55
Creatinina (mg/dl)	C	1.15 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	1.27 <sup>b</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.23	.03
	SL	1.13 <sup>a,b</sup>	1.09***	1.12**** <sup>a,b</sup>	1.15**** <sup>b</sup>	1.12***	.02
Urea/creatin.	C	25.3 <sup>a</sup>	22.5 <sup>b</sup>	21.9 <sup>b</sup>	21.7 <sup>b</sup>	22.9	1.2
	SL	21.5 <sup>+</sup>	20.9	22.1	20.3	21.2	.6

<sup>1</sup> Lotes experimentales: C= Control, SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día).

Efecto lote (SL vs. C):

\*\*\*= P< .001

\*\* = P< .01

\* = P< .05

+ = P< .10

Diferencias entre controles:

<sup>a,b,c</sup> = Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (P<.05) entre semanas.

CUADRO 5. Efectos de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre la concentración plasmática de progesterona (ng/ml).

Días desde la retirada de esponjas	Ovejas				Corderas			
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	±ES	P<	C	SL	±ES	P<
1 <sup>er</sup> ciclo								
2	.00	.00	.00	1.00	.00	.00	.00	1.00
9	.68	.89	.06	.09	.23	.43	.10	.15
16	.99	1.11	.09	.50	.46	.60	.11	.30
2 <sup>o</sup> ciclo								
23	.81	1.24	.08	.01	.30	.32	.09	.29
30	.81	1.48	.14	.02	.46	.63	.11	.46

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplementación con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

CUADRO 6. Efectos en las ovejas de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre la concentración plasmática de progesterona (ng/ml) en función de la fertilidad al primer ciclo.

Días desde la retirada de esponjas	Ovejas no paridas				Ovejas paridas			
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	±ES	P<	C	SL	±ES	P<
1 <sup>er</sup> ciclo								
9	.63	.79	.06	.51	.74	.96	.06	.11
16	.93	.72	.09	.56	1.05	1.39	.09	.04
2 <sup>o</sup> ciclo								
23	.58	.92	.08	.23	1.01	1.47	.08	.003
30	.81	1.63	.14	.25	.80	1.37	.14	.009

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día)



CUADRO 7. Efectos en las corderas de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre la concentración plasmática de progesterona (ng/ml) en función de la fertilidad al primer ciclo.

Días desde la retirada de esponjas	Corderas no paridas				Corderas paridas			
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	±ES	P<	C	SL	±ES	P<
1 <sup>er</sup> ciclo								
9	.11	.35	.07	.19	.55	.51	.07	.79
16	.40	.50	.07	.62	.58	.70	.07	.59
2 <sup>o</sup> ciclo								
23	.17	.39	.06	.16	.56	.51	.06	.21
30	.41	.64	.11	.31	.51	.61	.11	.60

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

CUADRO 8. Efectos de la tasa de ovulación (T.O.) y de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre la concentración plasmática de progesterona (ng/ml) en ovejas paridas de primer ciclo.

Días desde la retirada de esponjas	T.O. = 1		T.O. = 2		±ES	Efecto <sup>3</sup> (P<)	
	C <sup>1</sup>	SL <sup>2</sup>	C	SL		T.O.	SL
9	.72	.83	.74	1.09	.07	.33	.11
16	1.06	1.05	1.08	1.73	.09	.04	.04
23	.95	1.29	1.04	1.64	.08	.12	.003
30	.76	1.07	.88	1.78	.11	.04	.001

<sup>1</sup> C = Control

<sup>2</sup> SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día)

<sup>3</sup> Interacción T.O. x SL no significativa (P>.10), excepto a los 16 y 30 días (P<.05).

CUADRO 9. Concentración (mg/dl) de indicadores metabólicos en plasma en función de la tasa de ovulación observada al primer ciclo

	1 Semana previa a la monta				Monta±1 día			
	T.O.=1	T.O.=2	±ES	P<	T.O.=1	T.O.=2	±ES	P<
Glucosa	51.2	53.6	.87	.32	58.7	63.1	1.10	.08
AGNE	2.64	2.54	.16	.92	3.19	3.34	.09	.84
Triglicéridos	38.0	37.4	2.3	.61	40.3	39.5	4.01	.92
Colesterol	111.3	120.9	6.7	.60	128.2	149.0	12.3	.47

CUADRO 10. Efecto de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre los niveles de glóbulos sanguíneos.

	Lote <sup>1</sup>	Semanas de fase experimental					Media	±ES
		3	4	5	6	7		
<b>Ovejas:</b>								
Hematocrito (%)	C	35.1	33.5	35.5	33.5	31.4	33.8	.64
	SL	29.8**	31.1	31.5*	34.1	28.0*	31.3*	
Glob. Rojos (x10 <sup>6</sup> )	C	5.95	6.77	6.57	5.99	6.49	6.35	.16
	SL	5.61	5.87+	6.38	6.62	6.00	6.19	
Glob. Blancos (x10 <sup>3</sup> )	C	4.35	5.08	5.44	5.31	5.03	5.04	.14
	SL	4.01	4.83	4.31**	5.11	5.18	4.71	
<b>Corderas:</b>								
Hematocrito (%)	C	34.1	34.7	35.8	34.9	32.6	34.4	.72
	SL	34.7	38.1+	37.2	37.6	33.5	36.2	
Glob. rojos (x10 <sup>6</sup> )	C	6.96	6.85	7.55	7.37	6.75	7.10	.19
	SL	6.82	7.85+	8.66**	7.63	8.01	7.79+	
Glob. Blancos (x10 <sup>3</sup> )	C	5.82	5.72	4.23	5.80	5.27	5.37	.32
	SL	5.00	5.33	6.47**	5.80	5.78	5.68	

<sup>1</sup> Lotes experimentales: C= Control, SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

\*\*= P < .01

\* = P < .05

+ = P < .10

CUADRO 11. Efecto de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) sobre las fórmulas leucocitarias.

	Lote <sup>1</sup>	Semanas de experiencia		Media	±ES
		3	4		
<b>Ovejas:</b>					
Neutrófilos (%)	C	23.7	23.2	23.5	1.36
	SL	19.6*	20.8	20.2+	
Linfocitos (%)	C	72.3	72.1	72.2	1.48
	SL	75.5	75.0	75.2	
Monocitos (%)	C	2.29	2.75	2.52	.19
	SL	2.67	2.44	2.59	
Eosinófilos (%)	C	2.24	1.82	2.08	.19
	SL	2.27	1.77	2.02	
Basófilos (%)	C	1.25	1.17		
	SL	1.00	1.50		
<b>Corderas:</b>					
Neutrófilos (%)	C	18.2	17.8	18.0	1.25
	SL	21.7	22.6+	22.2+	
Linfocitos (%)	C	76.0	76.9	76.5	1.33
	SL	74.1	73.5	73.8	
Monocitos (%)	C	3.25	3.64	3.38	.24
	SL	2.36+	2.58	2.50+	
Eosinófilos (mg/dl)	C	2.90	2.20	2.58	.23
	SL	2.22	1.67	1.95	
Basófilos (mg/dl)	C	1.00	1.00		
	SL	-	1.00		

<sup>1</sup> Lotes experimentales: C= Control, SL= Suplementado con lípidos protegidos (150 g de JCAG/oveja/día, 100 g de JCAG/cordera/día).

\*= P< .05

+ = P< .10

CUADRO 12. Efectos de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) o con cebada en ovejas de raza "Ripollesa", bajo condiciones de pastoreo en primavera.

	Lote <sup>1</sup> experimental			P<
	C	SL	SC	
<u>Experiencia 2</u>				
Número de ovejas:	27	28	27	
Presentación de celo (%)	96	100	96	.89
Fertilidad 1 <sup>er</sup> ciclo (%)	51.9	53.6	44.4	.78
" " 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> " (%)	74.1	85.7	77.8	.56
Prolificidad 1 <sup>er</sup> ciclo	1.43	1.53	1.58	.78
" " 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> "	1.55	1.42	1.57	.58
Fecundidad 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> ciclo (%)	115	121	122	.93
<u>Experiencia 3</u>				
Número de ovejas:	31	30	-	
Presentación de celo (%)	93	90	-	.91
Tasa Ovulación 1 <sup>er</sup> ciclo	1.40	1.46	-	.78
" " " 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> "	1.32	1.35	-	.84
Fertilidad 1 <sup>er</sup> ciclo (%)	29.0	33.3	-	.72
" " 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> " (%)	58.1	60.0	-	.88
Prolificidad 1 <sup>er</sup> ciclo	1.20	1.20	-	1.00
" " 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> "	1.28	1.22	-	.71
Fecundidad 1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> ciclo (%)	74	73	-	.97

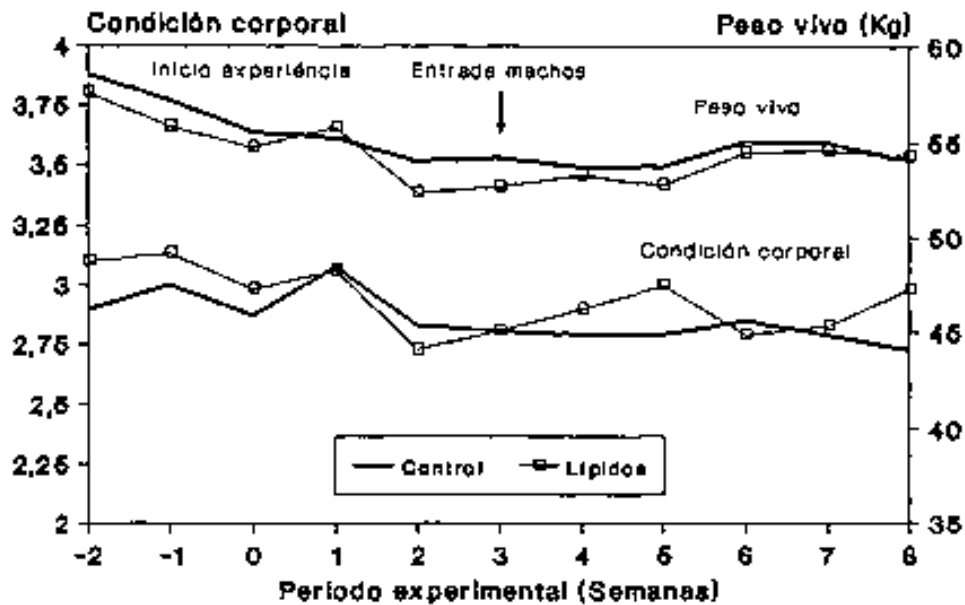
<sup>1</sup> Lotes experimentales: C= Control, SL= Suplementado con JCAG (150 g/ov/día), SC= Suplementado con cebada (500 g/ov/día).

CUADRO 13. Efectos sobre el peso vivo y la condición corporal de la suplementación con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) o con cebada en ovejas de raza "Ripollesa", bajo condiciones de pastoreo en primavera.

	Lote <sup>1</sup> experimental			±ES	P<
	C	SL	SC		
<u>Experiencia 2</u>					
Peso Vivo					
Inicio flushing	49.1	48.4	47.4	.6	.66
Cubrición fértil	48.5	47.4	47.8	.7	.84
Final flushing	53.4	52.7	53.6	.7	.83
Variaciones PV:					
Inicio-Final	4.3 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b</sup>	.4	.02
Inicio-Cubr. fértil	-1.0 <sup>a</sup>	-.5 <sup>a</sup>	.9 <sup>b</sup>	.3	.02
Condición Corporal					
Inicio flushing	2.6	2.7	2.6	.06	.66
Cubrición fértil	2.7	2.9	2.9	.06	.57
Final flushing	3.1	3.2	3.0	.06	.48
Variaciones CC:					
Inicio-Final	.5	.5	.4	.05	.87
Inicio-Cubr. fértil	.1 <sup>a</sup>	.1 <sup>a</sup>	.3 <sup>b</sup>	.05	.07

<sup>1</sup> Lotes experimentales: C= Control, SL= Suplementado con JCAG (150 g/ov/día), SC= Suplementado con cebada (500 g/ov/día).

**Figura 1.1.**  
**Efecto de los lípidos sobre el peso vivo**  
**y la condición corporal de las ovejas**



**Figura 1.2.**  
**Efecto de los lípidos sobre el peso vivo**  
**y la condición corporal de las corderas**

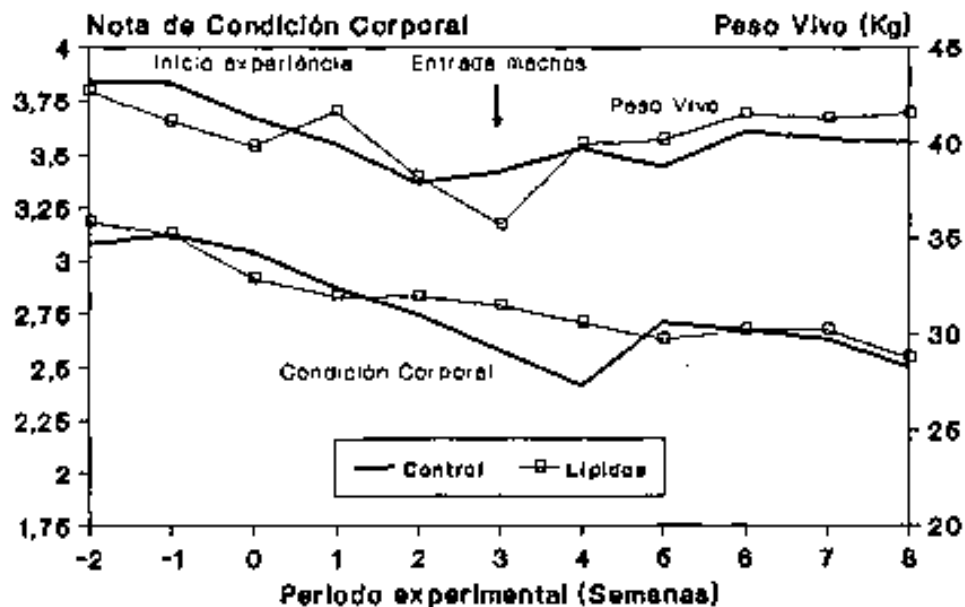




Figura 1.3.  
Efecto de la suplementación con lípidos  
sobre la aparición de celos

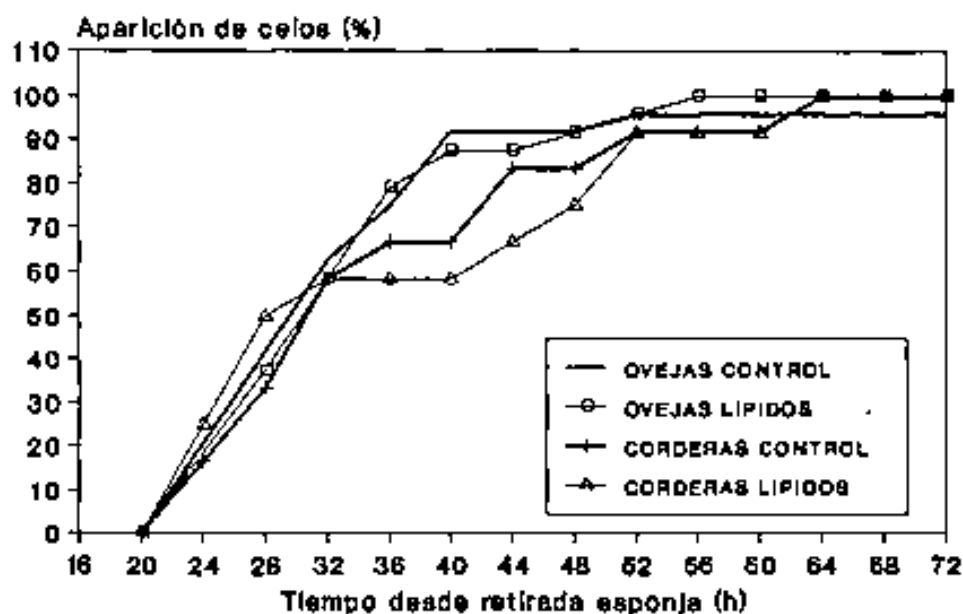
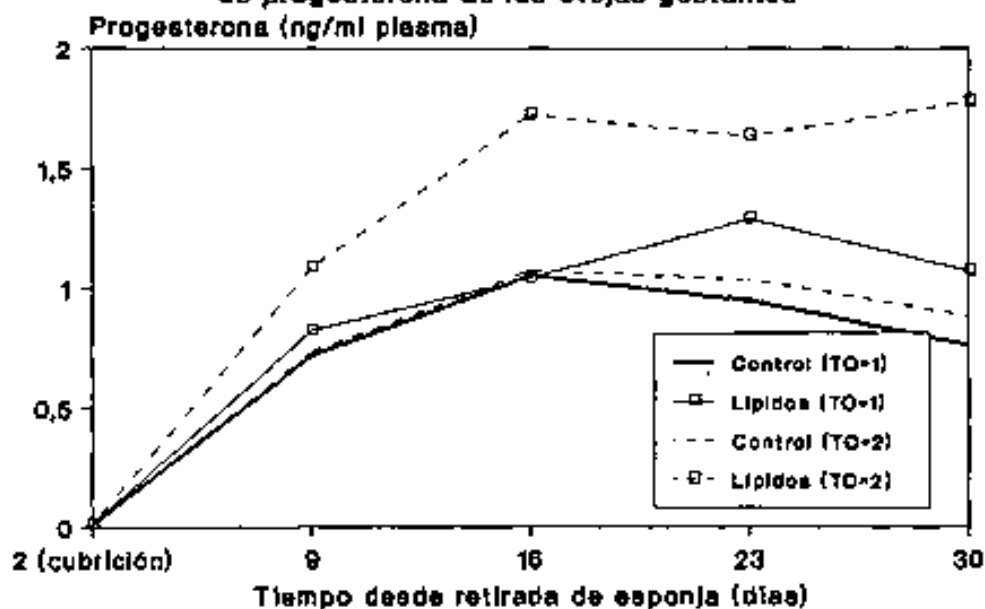
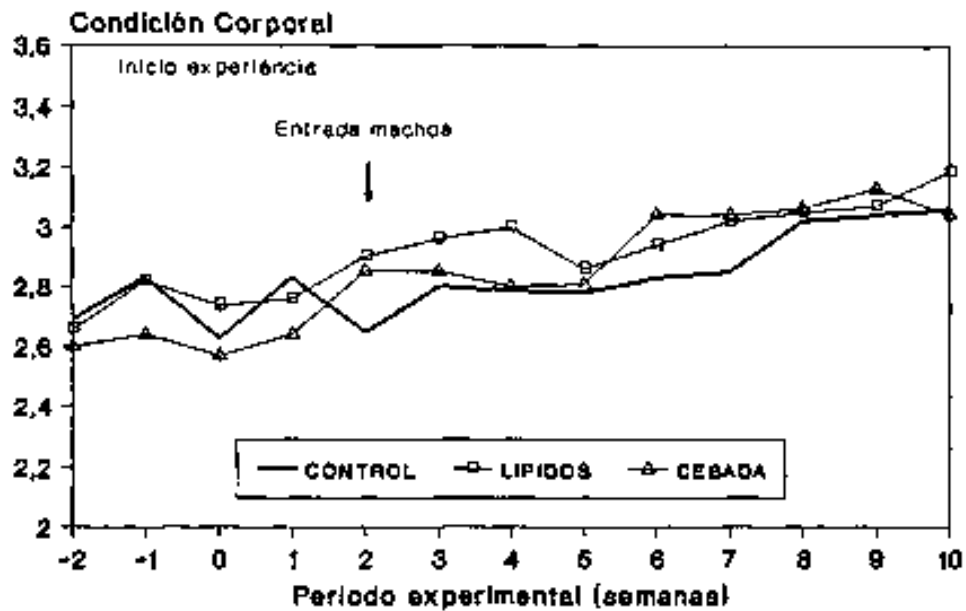


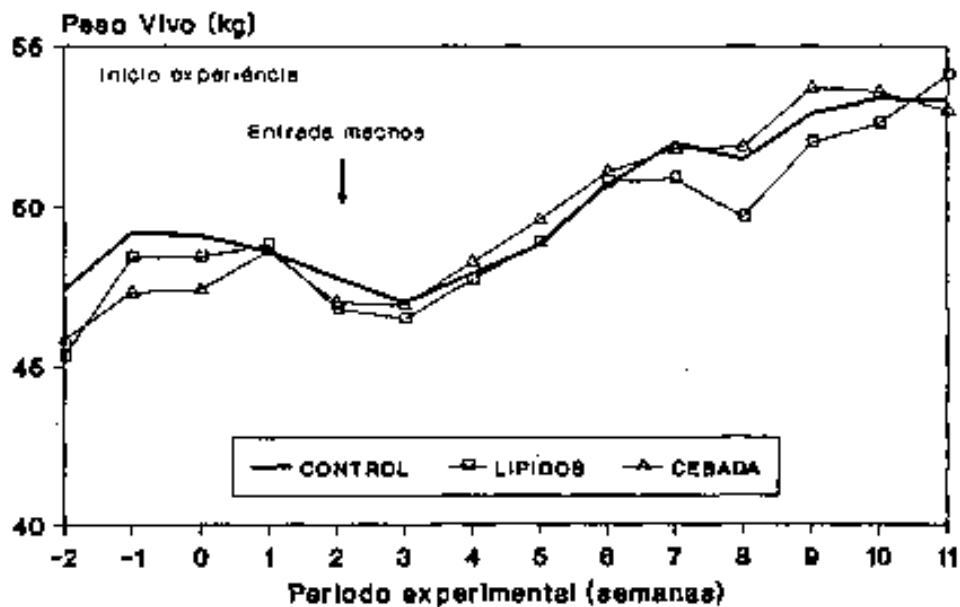
Figura 1.4.  
Efecto del aporte de lípidos y de la  
tasa de ovulación (TO) sobre el nivel  
de progesterona de las ovejas gestantes



**Figura 2.1.**  
**Efecto de la suplementación con lípidos**  
**y con cebada sobre la condición corporal**



**Figura 2.2.**  
**Efecto de la suplementación con lípidos**  
**y con cebada sobre el peso vivo**



## V. CONCLUSIONES FINALES

- La protección en forma de jabón cálcico ha permitido suministrar a las ovejas dosis elevadas de lípidos sin que las producciones se vieran afectadas negativamente.
- La inclusión de lípidos protegidos en el concentrado no afectó en ningún periodo el nivel de producción de leche. Sin embargo, durante la cría, se obtuvo un aumento lineal de la leche corregida por energía al aumentar la dosis de jabón cálcico.
- El contenido en grasa de la leche se incrementó por efecto del jabón cálcico en todos los periodos de la lactación. Las mejores respuestas se obtuvieron en los dos primeros tercios de la misma, y en especial durante la cría. En el último tercio de la lactación, sin embargo, se produjo una saturación en la respuesta.
- El contenido en proteína de la leche no se vió afectado durante la cría, y mínimamente al inicio del ordeño. Por el contrario al avanzar la lactación fué empeorando y disminuyó de forma lineal con la dosis de lípidos.
- Las pérdidas en el porcentaje de proteína fueron muy inferiores a las mejoras obtenidas en grasa, oscilando entre un 23 y un 31 % de estas últimas.
- El suministro adicional de proteínas de baja degradabilidad permitió, durante el ordeño, reducir parcialmente los efectos negativos de los lípidos sobre el contenido en proteína de la leche, y aumentó los porcentajes de grasa y de materia seca de la misma.
- La suplementación con lípidos tendió a aumentar la tasa de ovulación, e incrementó la prolificidad y la fecundidad de ovejas Manchegas cubiertas en verano y mantenidas con alimentos de calidad limitada.
- Las ovejas suplementadas con lípidos y las que ovularon doble tuvieron mayores niveles plasmáticos de glucosa. Los lípidos aumentaron asimismo el colesterol y la progesterona, que estuvieron correlacionados entre sí.
- El "flushing" con lípidos o con cebada de ovejas Ripollesas, en primavera, y con abundancia de pasto, no tuvo efecto sobre los resultados reproductivos.





Servei de Biblioteques

Reg. 223063

Sig. \_\_\_\_\_

