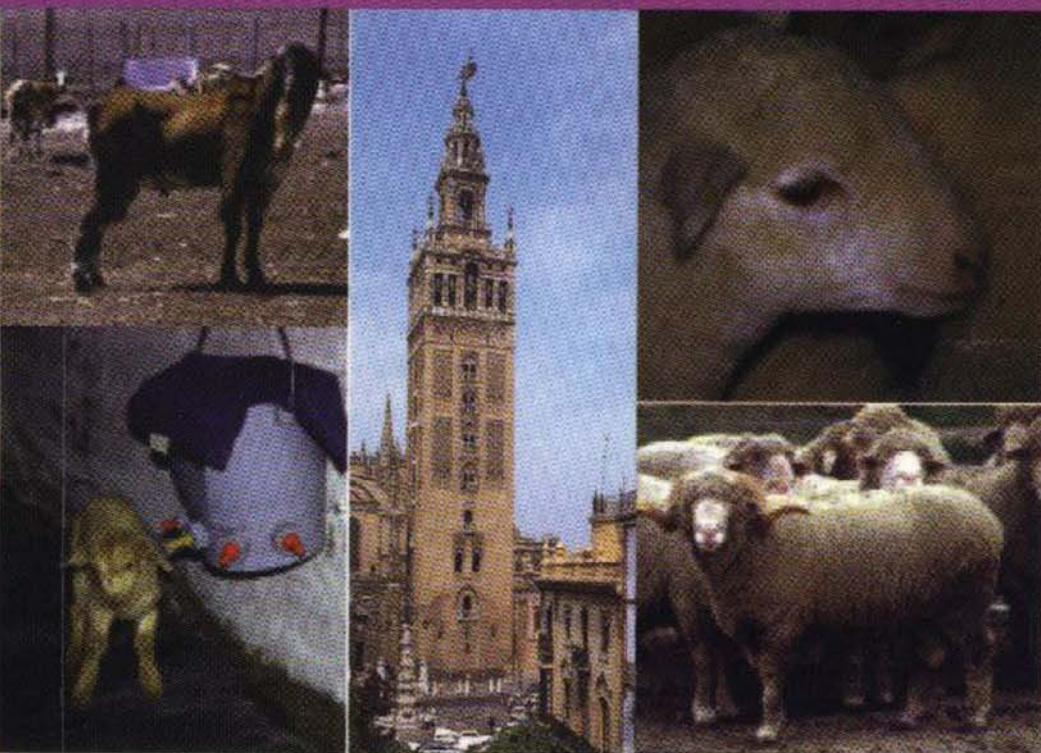


# XXVI Jornadas Científicas y V Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia



*Consejería de Agricultura y Pesca*



**XXVI JORNADAS CIENTÍFICAS  
Y  
V INTERNACIONALES  
DE LA  
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA**

PRODUCCIÓN  
OVINA Y CAPRINA  
Nº XXVI SEOC

**XXVI JORNADAS CIENTÍFICAS  
Y  
V INTERNACIONALES  
DE LA  
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA**

*Sevilla, 20, 21 y 22 de Septiembre de 2001*

PRODUCCIÓN

OVINA Y CAPRINA

Nº XXVI SEOC

EDICIÓN COORDINADA POR:

**Isidro Sierra Alfranca  
M<sup>a</sup> Jesús Alcalde Aldea  
Pedro González Redondo  
Victor Fernández Cabanás  
Francisco de Asís Morales Ruíz**

XXVI JORNADAS CIENTÍFICAS  
Y  
V INTERNACIONALES  
DE LA  
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA

TÍTULO:

**XXVI Jornadas Científicas y V Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia**

©:

**JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.**

© TEXTOS:

Autor/es.

PUBLICA:

Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

COLECCIÓN:

Congresos y Jornadas.

SERIE:

Ganadería ovino-caprino.

COORDINADORES:

Isidro Sierra Alfranca  
M<sup>a</sup> Jesús Alcalde Aldea  
Pedro González Redondo  
Victor Fernández Cabanás  
Francisco de Asís Morales Ruiz

I.S.B.N.:

84-8474-030-7.

DEP. LEGAL:

SE-1878-2001.

IMPRESIÓN:

A.G. Novograt, S.A. (Sevilla)

# VARIACIÓN DE LA ACTIVIDAD LIPOGÉNICA EN CABRAS DE RAZA BLANCA CELTIBÉRICA SEGÚN SU ESTADO CORPORAL

MENDIZABAL, J.A.<sup>1</sup>; DELFA, R.<sup>2</sup>; EGUINOVA, P.<sup>1</sup>; ARANA, A.<sup>1</sup>; GONZÁLEZ, C.<sup>2</sup>;  
ALZON, M.<sup>1</sup> Y PURROY, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona

<sup>2</sup>SIA-DGA. Unidad de Tecnología en Producción Animal. Montañana, 176. 50080 Zaragoza

## RESUMEN

En 22 cabras adultas, secas y vacías, de raza Blanca Celtibérica con notas de condición corporal esternal comprendidas entre 1,5 y 4,5, se ha estudiado la variación de la cantidad de grasa, del tamaño y número de adipocitos, y de la actividad de las enzimas lipogénicas Glicerol 3P deshidrogenasa (G3PDH) y Sintetasa de ácidos grasos (FAS) en los depósitos grasos omental (OM), mesentérico (MES), pelvicorrenal (PVR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM) con la nota de condición corporal. Los resultados obtenidos muestran que el depósito graso SC es el que sufre un proceso de acumulación-movilización más intenso, seguido del OM, PVR, MES e IM, en este orden. El tamaño de los adipocitos varió en el mismo sentido que la cantidad de grasa, no observándose, en general, modificaciones en el número de adipocitos al variar la nota de condición corporal. Por último, la actividad de las enzimas G3PDH y FAS no se vió influenciada por la nCC.

**Palabras clave:** reservas grasas, adipocitos, enzimas lipogénicas, cabras.

## INTRODUCCIÓN

En sistemas de explotación extensivos las necesidades nutritivas de los rumiantes no suelen coincidir, generalmente, con los aportes que pueden recibir, de forma que se ven obligados a movilizar o almacenar reservas corporales, fundamentalmente en forma de grasa, según se trate de periodos de subalimentación o de periodos excedentarios de alimento. Los cambios que tienen lugar en el tamaño y en el número de adipocitos durante estos periodos de almacenamiento o movilización de reservas, así como las variaciones en la actividad de las principales enzimas lipogénicas, fueron estudiadas en un trabajo previo en ovejas de raza Rasa Aragonesa (Mendizabal *et al.*, 1999). En el presente trabajo se pretende estudiar dichos fenómenos en la especie caprina, la cual presenta notorias diferencias en cuanto a desarrollo y distribución de las reservas grasas con respecto a la especie ovina (Colomer *et al.*, 1987).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Animales

Se han estudiado 22 cabras adultas, secas y vacías de raza Blanca Celtibérica, pertenecientes al rebaño experimental del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza, distribuidas uniformemente en un rango de nota de condición corporal medida en la

región esternal (nCC; Hervieu *et al.*, 1989) comprendida entre 1,5 y 4,5 (nCC media:  $2,9 \pm 0,21$ ) y con unos pesos vivos (PV) comprendidos entre 33,0 y 80,5 kg (PV medio:  $55,3 \pm 2,69$  kg). Inmediatamente después del sacrificio, realizado siguiendo las pautas descritas por Delfa *et al.* (1994), se pesaron las grasas omental (OM) y mesentérica (MES) y se tomaron muestras de grasa de estos dos depósitos (OM: zona media del epiplón mayor, MES: zona media del recto), del pelvicorrenal (PVR: zona cefálica del riñón izquierdo), del subcutáneo (SC: base de la cola) y del intermuscular (IM: plexo braquial derecho), para realizar la medida del tamaño de los adipocitos y de las actividades enzimáticas lipogénicas. Así mismo, al día siguiente del sacrificio se pesó la cantidad de grasa pelvicorrenal y se realizó el despiece normalizado de la canal, para posteriormente llevar a cabo la disección de la media canal izquierda (Colomer *et al.*, 1988).

### **Tamaño y número de adipocitos**

El tamaño de los adipocitos se determinó a partir de las muestras de 0,5 g de grasa mediante la fijación con tetróxido de osmio y posterior medida con un programa informático de Análisis de Imagen (Purroy *et al.*, 1997). El número de adipocitos de los diferentes depósitos grasos se calculó a partir de la cantidad de grasa de dichos depósitos, del contenido en grasa química de la grasa (método Soxhlet; ISO-1433-1973), del valor de la densidad de la grasa química ( $d=0,915$  g/cc), y del volumen medio de los adipocitos, asumiendo que éstos presentan forma esférica.

### **Actividad Enzimática Lipogénica**

Para la determinación de la actividad de las enzimas lipogénicas Glicerol 3P Deshidrogenasa (G3PDH; EC 1.1.1.8) y Sintetasa de Ácidos Grasos (FAS; EC 2.3.1.85) se procedió a la obtención de un extracto a partir de las muestras de grasa (5 g) y a la cuantificación de la actividad enzimática por espectrofotometría, tal y como describen Soret *et al.* (1998).

### **Análisis estadístico**

Mediante Análisis de Regresión se estudió la variación de la cantidad de grasa, del tamaño y número de los adipocitos y de la actividad enzimática lipogénica (variables y) conforme variaba la nota de condición corporal de las cabras (variable x).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 figuran las cantidades (medias, valores extremos y coeficientes de variación) de grasa, volumen y número de adipocitos, y las actividades de las enzimas G3PDH

y FAS que presentaron las cabras de raza Blanca Celtibérica en los diferentes depósitos grasos. En la Tabla 2, las rectas de regresión reflejan la variación que presentaron esos mismos parámetros cuando se producían variaciones en la nCC. En dicha Tabla se observa que el depósito OM es el que sufre una mayor variación por unidad de cambio en la nCC (1979 g;  $p < 0,001$ ), seguido del subcutáneo (1415 g;  $p < 0,001$ ), intermuscular (1275 g;  $p < 0,001$ ), pelvicorrenal (1029 g;  $p < 0,001$ ) y mesentérico (809 g;  $p < 0,001$ ). Sin embargo, si estas cantidades las referimos a la cantidad de grasa media de cada depósito (Tabla 1) podemos deducir que, proporcionalmente, es el depósito SC el que más almacena o moviliza por unidad de variación de la nCC (73,7%), seguido del OM (64,6%), PVR (62,5%), MES (47,5%) e IM (46,3 %). Estos resultados estarían en concordancia, básicamente, con los obtenidos por Delfa *et al.* (1995), también en cabras de raza Blanca Celtibérica, en las que los coeficientes alométricos de los diferentes depósitos grasos en relación con la grasa total del cuerpo del animal fueron de 1,40 (SC), 1,25 (OM), 1,19 (PVR), 0,79 (IM) y 0,64 (MES).

El aumento de la cantidad de grasa con el incremento de la nCC se debió a la hipertrofia de los adipocitos, ya que en todos los depósitos grasos estudiados se produjo un aumento del volumen de los adipocitos conforme se incrementaba la nCC ( $P < 0,001$ ). Únicamente en el depósito SC la regresión fue significativa y positiva entre el número de adipocitos y la nCC ( $p < 0,05$ ), lo cual podría indicar que en este depósito además de la hipertrofia se produciría también la hiperplasia de los adipocitos en el proceso de deposición de grasa. Este hecho no fue observado en el caso de las ovejas de raza Rasa Aragonesa (Mendizabal *et al.*, 1999), si bien en determinados casos, de excesiva obesidad, se han descrito procesos tardíos de adipogénesis (Vernon, 1986; Rogdakis *et al.*, 1997).

Con respecto a la actividad de las enzimas G3PDH y FAS, dos de las principales enzimas que intervienen en el proceso de lipogénesis, los resultados obtenidos no muestran una tendencia clara. Así, en el caso de la G3PDH, estimadora de la síntesis total de triglicéridos que tiene lugar en el interior del adipocito, no presentó variaciones significativas de su actividad al variar la nCC, salvo en el caso del depósito MES en el que se producía una disminución. Con respecto a la enzima FAS, indicadora de la síntesis *de novo* de ácidos grasos en el adipocito, mostró un aumento de su actividad conforme aumentaba la nCC en los depósitos OM y PVR ( $p < 0,05$  y  $p < 0,10$ , respectivamente), hecho que no se manifestó en el resto de depósitos estudiados en el presente trabajo. Probablemente el ayuno presacrificio a que fueron sometidos los animales pudo tener influencia en estos resultados, ya que la

actividad enzimática es muy sensible y responde rápidamente a los cambios que tienen lugar en el balance energético del animal (Vernon, 1980).

En definitiva, se puede afirmar que los procesos de almacenamiento y de movilización de las reservas grasas en ganado caprino se deben a variaciones en el tamaño de sus adipocitos, habiéndose observado variaciones en el número de adipocitos únicamente en el depósito subcutáneo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- COLOMER, F., MORAND-FEHR, P., KIRTON, A.H., DELFA, R., SIERRA, I. (1988). Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA 17.
- COLOMER, F., MORAND-FEHR, P., KIRTON, A.H. (1987). Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest. Prod. Sci.* 17: 149-159.
- DELFA, R., TEIXEIRA, A., GONZÁLEZ, C. (1994). Crecimiento y desarrollo de los depósitos adiposos del cuerpo de la cabra Blanca Celtibérica. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 1: 131-155.
- HERVIEU, J., COLOMER, F., BRANCA, A., DELFA, R., MORAND-FEHR, P. (1989). Définition des notes d'état corporel des caprins. Réseaux Agrimed et FAO de recherches coopératives sur les productions ovines et caprines, p. 5.
- MENDIZABAL, J.A., EGUINOVA, P., DELFA, R., SORET, B., GONZÁLEZ, C., ARANA, A., PURROY, A. (1999). Variación de la actividad lipogénica en ovejas según su estado corporal. *ITEA* 20: 134-136.
- PURROY, A., MENDIZABAL, J.A., SORET, B., ARANA, A., MENDIZABAL, F.J. (1997). Changes in cellularity and enzymatic lipogenic activity in Lacha breed lambs during growth and fattening. *Annales de Zootechnie* 46: 309-319.
- ROGDAKIS, E., CHARISMIADOU, M., ORPHANOS, S., PANOPOULOU, E., BIZELIS, Y. (1997). Cellularity and enzymatic activity of adipose tissue in the Karagouniko dairy breed of sheep from birth to maturity. *J. Anim. Breed. Genet.* 114: 385-396.
- SORET, B., MENDIZABAL, J.A., ARANA, A., PURROY, A., EGUINOVA, P. (1998). Cellularity and lipogenic enzyme activity in Lacha and Rasa Aragonesa lambs during growth. *Small Ruminant Research* 29: 103-112.
- VERNON, R.G. (1980). Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog. Lipid. Res.* 19: 23-106.
- VERNON, R.G. (1986). The growth and metabolism of adipocytes. En: *Control and Manipulation of Animal Growth*. Ed.: P.J. Buttery, N.B. Haynes, D.B. Lindsay. Butterworths. Londres. pp: 67-83.

## **LIPOGENIC ACTIVITY VARIATION IN BLANCA CELTIBÉRICA GOATS WITH DIFFERENT BODY CONDITION SCORE**

### **SUMMARY**



We have studied the variation in the amount of adipose tissue, size and number of adipocytes, glycerol 3-phosphate dehydrogenase (G3PDH) and fatty acid synthetase (FAS) enzyme activity in the omental (OM), mesenteric (MES), perirenal (PR), subcutaneous (SC) and intermuscular (IM) fat depots of 22 adult, non-pregnant and non-lactating Blanca Celtibérica goats, with body condition scores (BCS) ranging from 1.5 to 4.5 (scale 0-5). According to our results, SC adipose tissue showed the highest deposition-mobilization process, followed by OM, PR, MES and IM adipose depots. Adipocyte size varied with the amount of fat, whereas, in general, adipocyte number did not change with the body condition score. Finally, no correlation was found between lipogenic enzyme activity and BCS.

**Key words:** fat reserves, adipocytes, lipogenic enzymes, goats.

**Tabla 1.-** Nota de condición corporal (nCC), cantidad de grasa, diámetro y número de adipocitos y actividad de las enzimas Glicerol 3P-Deshidrogenasa (G3PDH) y Sintetasa de Acidos Grasos (FAS) correspondiente a los depósitos grasos omental (OM), mesentérico (MES), pelvicorrenal (PVR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM).

	Media	Mínimo	Máximo	CV (%)
nCC(1-5)	2,91	1,50	4,50	33,4
Cantidad de grasa (g)				
OM	3064	381	7724	69,1
MES	1703	512	3529	52,4
PVR	1646	251	4163	68,3
SC	1920	282	6036	77,9
IM	2754	950	5814	47,4
Volumen Adipocitos (pl)				
OM	441	48	1477	72,0
MES	387	81	832	44,8
PVR	592	55	1536	71,2
SC	292	51	873	71,5
IM	293	46	932	65,9
Número Adipocitos ( $10^9$ )				
OM	7,38	3,39	22,99	56,6
MES	4,44	1,58	8,46	39,8
PVR	3,01	1,60	6,23	38,8
SC	5,28	2,16	16,60	63,0
IM	8,99	4,95	22,55	44,7
G3PDH (nmoles $\text{min}^{-1} 10^{-6}$ adip)				
OM	733	11	5456	138,6
MES	603	15	2256	115,4
PVR	924	24	4150	135,6
SC	683	24	2769	125,6
IM	545	11	1786	101,0
FAS (nmoles $\text{min}^{-1} 10^{-6}$ adip)				
OM	39,5	2,8	224,1	95,4
MES	30,1	7,5	70,0	59,0
PVR	64,9	6,5	224,0	88,9
SC	38,0	5,9	180,5	101,2
IM	22,3	2,8	86,3	81,6

**Tabla 2.-** Ecuaciones de regresión\* entre la cantidad de grasa, el tamaño y número de adipocitos y la actividad de las enzimas Glicerol 3P-Deshidrogenasa (G3PDH) y Sintetasa de Acidos Grasos (FAS) de los depósitos grasos omental (OM), mesentérico (MES), pelvicorrenal (PVR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM) (variables y) y la nota de condición corporal (variable x).

	a ± e.e.	b ± e.e.	r <sup>2</sup>	RSD	Signific.
Cantidad de grasa (g)					
OM	-2694 ± 621,6	1979 ± 203,1	0,83	904,3	***
MES	-651 ± 296,5	809 ± 96,9	0,78	431,4	***
PVR	-1348 ± 362,0	1029 ± 118,3	0,79	526,6	***
SC	-2195 ± 416,9	1415 ± 136,2	0,84	606,5	***
IM	-955 ± 290,2	1275 ± 94,8	0,90	422,2	***
Volumen adipocitos (pl)					
OM	-283 ± 144,8	249 ± 47,3	0,58	210,7	***
MES	7,4 ± 83,2	130 ± 27,2	0,54	121,0	***
PVR	-440 ± 171,0	355 ± 55,9	0,67	248,8	***
SC	-189 ± 94,0	165 ± 30,7	0,59	136,7	***
IM	-142 ± 89,4	149 ± 29,2	0,57	130,1	***
Número adipocitos (10 <sup>9</sup> )					
OM	3,17 ± 2,770	1,45 ± 0,905	0,11	4,029	NS
MES	2,68 ± 1,174	0,60 ± 0,384	0,11	1,708	NS
PVR	2,53 ± 0,813	0,16 ± 0,266	0,02	1,183	NS
SC	0,82 ± 2,097	1,53 ± 0,685	0,20	3,051	*
IM	10,38 ± 2,812	-0,48 ± 0,919	0,01	4,091	NS
G3PDH (nmol g <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> adip)					
OM	246 ± 371,0	51 ± 121,2	0,01	539,8	NS
MES	1705 ± 416,0	-379 ± 135,9	0,28	605,2	*
PVR	-371 ± 828,9	445 ± 270,9	0,12	1205,9	NS
SC	328 ± 598,1	122 ± 195,5	0,02	870,2	NS
IM	547 ± 387,5	0 ± 126,6	0,00	563,7	NS
FAS (nmol g <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> adip)					
OM	-2,8 ± 21,56	16,9 ± 7,05	0,22	31,37	*
MES	14,4 ± 11,92	5,4 ± 3,90	0,09	17,34	NS
PVR	-5,3 ± 37,16	24,1 ± 12,14	0,16	54,06	+
SC	4,2 ± 25,93	11,6 ± 8,47	0,09	37,72	NS
IM	16,4 ± 12,74	2,0 ± 4,16	0,01	18,54	NS

\*\*\* : P<0,001; \* : P<0,05; +: P<0,10; NS: P>0,10