ITEA (1999), Vol. **95A N.° 2,** 180-187

NECESIDADES ENERGÉTICAS DE MANTENIMIENTO Y DINÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS EN CABRAS BLANCA CELTIBÉRICA

L. Torrano
J. Valderrábano

Dpto. Tecnología en Producción Animal.
Servicio de Investigación Agroalimentaria-DGA
Apdo. 727. 50080 Zaragoza
España

RESUMEN

Las necesidades energéticas de mantenimiento y el efecto del nivel de ingestión sobre la dinámica de los depósitos grasos en cabras Blanca Celtibérica fueron determinados en un grupo de 36 cabras alojadas individualmente y alimentadas con gránulos de alfalfa deshidratada ofrecida a 6 niveles crecientes entre 31 y 75 g MS/kg $PV^{0.75}$/día. Durante el ensayo, se registró el peso vivo y el espesor de la grasa en la 4ª esternebra de los animales mediante ultrasonidos, estimándose, además, la digestibilidad *in vivo* de la dieta.

La relación lineal derivada entre la variación de peso y la ingestión de materia orgánica digestible (MODI) permitió establecer el nivel de mantenimiento para esta raza en 28,8 g MODI/kg $PV^{0.75}$/día y el correspondiente a la ganancia de 1 g de peso en 2,6 g MODI. En términos de energía metabolizable (EM) dichos valores equivalieron a 432 kJ EM/kg $PV^{0.75}$/día y 39 kJ EM/g ganado, respectivamente. El espesor de la grasa medido en la 4ª esternebra presentó una variación lineal entre -1,14 y 1,40 mm para el rango de ingestiones establecido, que se correspondió con una variación estimada de los depósitos adiposos entre -1,07 y 1,31 g/kg $PV^{0.75}$/día, respectivamente. Los resultados obtenidos sugieren que las necesidades energéticas de mantenimiento de esta raza son similares a las obtenidas en razas de aptitud lechera de zonas templadas y que la variación del espesor de grasa esternal podría ser utilizada como indicador de la dinámica de los depósitos adiposos en ganado caprino.

Palabras clave: Energía, Necesidades de mantenimiento, Ultrasonidos, Espesor de grasa esternal, Caprino.

SUMMARY
ENERGY REQUIREMENTS FOR MAINTENANCE AND DYNAMIC OF BODY FAT DEPOTS IN BLANCA CELTIBERICA GOATS

Energy requirements for maintenance and the effect of level of intake on the dynamic of body fat depots have been studied on 36 Blanca Celtiberica goats. The animals were individually housed and fed at six levels of feeding ranging from 31 to 75 g DM/kg $LW^{0.75}$/day of pelleted lucerne. Measurements were made of live weight,

ultrasonic breastbone fat thickness at 4th sternebra and of *in vivo* digestibility of the diet.

A lineal relationship between liveweight change and digestible organic matter intake (MODI) was found. Requirements were then calculated being 28.8 g MODI/kg $LW^{0.75}$/day for maintenance and 2.6 g MODI for 1 g gain, which in terms of metabolizable energy (ME) are equivalent to 432 kJ ME/kg $LW^{0.75}$/day and 39 kJ ME/g gain, respectively. Fat thickness at 4th sternebra varied linearly from -1.14 to 1.40 mm with the established range of intakes and appeared associated with an estimated variation of body fat depots from -1.07 to 1.31 g/kg $LW^{0.75}$/day, respectively. Results obtained suggest that energy requirements for maintenance in Blanca Celtiberica goats are similar to those found for dairy goats in temperate areas and that fat thickness variation could be used as a parameter of body fat dynamic.

Key words: Energy, Maintenance requirements, Ultrasounds, Breastbone fat thickness, Goats.

Introducción

Los resultados experimentales acerca de los factores de la dieta en el ganado caprino son muy limitados respecto a los disponibles para ovino y vacuno (SAUVANT *et al.*, 1991). Por este motivo, con frecuencia se aplican valores obtenidos para ovejas (MASSON *et al.*, 1991) de los que frecuentemente deben hacerse extrapolaciones, si bien existen diferencias notables para determinados tipos de alimentos entre ambas especies (DEVENDRA, 1978; TISSERAND *et al.*, 1986).

La explotación del ganado caprino está muy vinculada al medio, máxime en razas, como la Blanca Celtibérica, cuya utilización se orienta hacia la producción de carne dentro de sistemas de producción extensivos. En condiciones de clima mediterráneo, la variabilidad estacional de recursos forrajeros disponibles condiciona de manera importante el estado nutritivo de los animales a lo largo del año (SANTUCCI *et al.*, 1991). En estas condiciones, el aprovechamiento racional de los recursos naturales sin comprometer la producción animal exige el conocimiento de las necesidades nutritivas específicas de este ganado y la evolución de las reservas corporales con el plano de alimentación previsto a medio plazo.

Si bien la notación de la condición corporal por palpación en la región lumbar se ha mostrado como buen indicador del estado de reservas corporales en el ganado ovino (RUSSEL *et al.*, 1969), la distribución de los depósitos adiposos en el caso del ganado caprino ha sugerido (SANTUCCI, 1984) la estimación del nivel de grasa esternal como indicador del estado de engrasamiento de este ganado. Sin embargo, tanto la subjetividad de la notación de la condición corporal (EVANS, 1978) como la dificultad que en ocasiones presenta categorizar el nivel de grasa esternal en el ganado caprino por palpación (SANTUCCI, 1984) se han esgrimido con frecuencia para cuestionar este método. Recientemente, los trabajos desarrollados por DELFA *et al.* (1995, 1997) sobre la composición tisular de cabras Blanca Celtibérica han puesto en evidencia la precisión de los ultrasonidos en el animal vivo para valorar diferentes medidas de la canal y sugieren el empleo

del espesor de la grasa en la región esternal para estimar el nivel de reservas corporales *in vivo*. Sin embargo, se desconocen las necesidades energéticas de mantenimiento de esta raza así como la dinámica de esas reservas corporales cuando el nivel de ingestión se mantiene por encima o por debajo de las necesidades de mantenimiento, aspectos que fueron abordados en el presente trabajo.

Material y métodos

Treinta y seis cabras Blanca Celtibérica de 1 año de edad, con un peso vivo medio de 26,5 ± 0,70 kg y 19,1 ± 0,54 mm de espesor de grasa medida por ultrasonidos a nivel de la 4ª esternebra, fueron distribuidas en 6 lotes homogéneos y alojadas individualmente en jaulas con suelo de rejilla. Previo a la introducción en las jaulas, los animales fueron tratados frente a parásitos internos con 2,5 ml/10 kg PV de Albendazol 2%.

Los animales recibieron una dieta a base de gránulos de alfalfa deshidratada (*Medicago sativa* L.) de 8 mm de sección ofrecida a 6 niveles crecientes de oferta (31, 39, 47, 55, 62 y 75 g MS/kg $PV^{0.75}$/día), correspondientes a un rango de -40 a +45% del nivel teórico de las necesidades de mantenimiento propuestas por el NRC (1981) para ganado caprino. La ración fue ofrecida a los animales en dos comidas iguales a las 09.00 y 16.00 h. Durante un periodo pre-experimental de 7 días los animales recibieron una dieta común de 700 g de gránulos de alfalfa deshidratada con el fin de homogeneizar su contenido digestivo, tras el cual se registró su peso vivo. Durante los 42 días siguientes, los animales recibieron la dieta correspondiente al tratamiento asignado a cada uno de ellos en función de su peso vivo, disponiendo en todo momento de bloques minerales y agua a voluntad.

A los 21 días de iniciar el periodo experimental, cuatro animales de cada lote fueron alojados en jaulas metabólicas para determinar la digestibilidad *in vivo* de la dieta. Durante los 3 días de adaptación a las nuevas cajas y los siguientes 5 días de medidas, los animales continuaron recibiendo la dieta correspondiente a su tratamiento, registrándose diariamente la cantidad de alimento rehusado y de heces producidas por cada individuo.

El contenido en materia seca de la oferta, rehusado y heces se determinó sobre muestras desecadas a peso constante en estufa de aire forzado a 60ºC, en las que posteriormente se determinó su contenido en cenizas (AOAC, 1990) y fibra neutro-detergente (Goering y Van Soest, 1970). Asimismo, se determinó el contenido en proteína bruta (AOAC, 1990) de las muestras de oferta. El contenido en energía metabolizable (EM) de los pellets de alfalfa deshidratada se estimó a partir de la relación EM = 0,15 x DMOD% (Maff, 1975).

El peso de las cabras se registró previo a la distribución de la ración con una frecuencia semanal. Con el fin de determinar la evolución de los depósitos adiposos con el tratamiento, al inicio y fin del ensayo se midió en cada cabra el espesor de la grasa a nivel medio de la 4ª esternebra mediante ecografía por ultrasonidos (Scanner Toshiba Sonolayer, Modelo Sal-32B, con sonda de 5 MHz) de acuerdo con el método descrito por Delfa *et al.* (1995).

La variación de peso de cada animal se estimó por regresión entre el peso vivo de cada cabra durante el período experimental y el tiempo en días. El efecto del tratamien-

to sobre el nivel de ingestión, digestibilidad de la materia orgánica y de la fibra neutro-detergente, variación de peso vivo y variación de espesor de grasa esternal fue analizado mediante análisis de varianza a una vía.

Resultados y discusión

La composición química media del alimento, en relación a la materia seca, fue de 92,4% materia seca, 12,57% cenizas, 17,6% proteína bruta y 37,58% fibra neutro-detergente. La digestibilidad tanto de la materia orgánica como de la fibra neutro-detergente disminuyeron significativamente ($p<0,05$) con el nivel de ingestión, mientras aumentaban las ganancias de peso vivo ($p<0,001$) y del espesor de grasa en la 4ª esternebra ($p<0,01$) al incrementarse el plano de alimentación (cuadro 1). La disminución en la digestibilidad de la dieta con el nivel de ingestión resultó similar a la observada en ganado ovino (VALDERRÁBANO, 1979) y vacuno (ZINN *et al.*, 1995), probablemente, como consecuencia de un aumento de la velocidad de paso asociado al incremento de materia seca ingerida (LINDBERG, 1988).

El nivel de ingestión para mantenimiento se determinó a partir de la regresión establecida entre la variación de peso vivo (VPV) y la ingestión diaria de materia orgánica digestible (MODI), ambas expresadas en términos de valor relativo al peso metabólico ($PV^{0,75}$). La inclusión de un término cuadrático no mejoró el ajuste de la ecuación por lo que se utilizó la relación lineal entre ambas variables. La ecuación obtenida en el presente estudio fue:

$$(1)\ VPV = -11,0 + 0,382\ MODI$$
$$(\pm 0,86) \quad (\pm 0,0299)$$
$$r = 0,988^{***}$$

A partir de la ecuación anterior se estimó el nivel de ingestión para mantenimiento del peso vivo en 28,8 g de MODI/kg $PV^{0,75}$/día, que en términos de energía metabolizable equivale a 432 KJ EM/kg $PV^{0,75}$/día. La relación lineal observada en el presente estudio entre la variación de peso y la ingestión de materia orgánica digestible coincide con las observadas tanto por ZEMMELINK *et al.* (1991) como por ASH y NORTON (1987) y ABATE (1989) entre la variación de peso vivo y la energía metabolizable ingerida estimada. Por otra parte, la energía metabolizable para mantenimiento establecida en el presente trabajo estuvo comprendida entre los valores 424 y 438 kJ EM/kg $PV^{0,75}$/día propuestos para la especie caprina por el NRC (1981) y AFRC (1998), respectivamente, y resultó muy próxima a las necesidades de mantenimiento establecidas por AGUILERA *et al.* (1991) en cabra Granadina (421 kJ EM/kg $PV^{0,75}$/ía) y por MOHAMED y OWEN (1980) en British Saanen (434 kJ EM/kg $PV^{0,75}$/día). Estos resultados sugieren que las necesidades energéticas de mantenimiento en la cabra Blanca Celtibérica son similares a las de otras razas de aptitud lechera criadas en zonas templadas.

La ecuación establecida entre la variación del peso vivo y la ingestión de materia orgánica digestible permitió calcular el nivel de ingestión para la ganancia de 1 g de peso en 2,6 g MODI, que en términos energéticos equivale a 39 kJ EM. La estimación de las necesidades energéticas para la ganancia de peso resultó un 30% superior al valor adoptado por el NRC (1981) para el ganado caprino (30,1 kJ EM/g). No obstante, la estimación del NRC está basada en la media de tan solo tres valores muy divergentes aportados en la bibliografía, lo que resta validez a esta cifra. Así, mientras el coste energético para la ganancia de peso

CUADRO 1
VALORES MEDIOS DE INGESTIÓN DE MATERIA SECA (MSI) Y DE MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE (MODI), DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA (DMO), DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA NEUTRO-DETERGENTE (DFND) Y VARIACIÓN DEL PESO VIVO (VPV) Y DEL ESPESOR DE LA GRASA EN LA 4ª ESTERNEBRA (VESP) EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE OFERTA

TABLE 1
MEAN DRY MATTER INTAKE (MSI), DIGESTIBLE ORGANIC MATTER INTAKE (MODI), ORGANIC MATTER DIGESTIBILITY (DMO), NEUTRO-DETERGENT FIBRE DIGESTIBILITY (DFND) AND CHANGE OF LIVEWEIGHT (VPV) AND OF BREASTBONE FAT THICKNESS AT 4TH STERNEBRA (VESP) FOR EACH LUCERNE ALLOWANCE

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	e.s.	Signif.
MSI (g/kg $PV^{0.75}$/d)	30,5	34,7	46,1	54.0	59,6	73,2	1,25	***
DMO (%)	64,9	64,8	63,1	62,6	63,4	62,3	0,58	*
DFND (%)	44,3	44,8	42.2	42,3	41,7	40,3	0,86	*
MODI (g/kg $PV^{0.75}$/d)	17,3	19,7	25,4	29,6	33,0	39,9	0,70	***
VPV (g/kg $PV^{0.75}$/d)	-4,6	-3,3	-1.7	0,3	2,5	3,8	0,75	***
VESP (mm)	-1,14	-0,83	-0.40	-0,20	0.50	1,40	0,333	**

e.s.: error estandard de la media.

derivado del presente estudio resultó similar al obtenido, ZEMMELINK *et al.* (1991), en cabras West African Dwarf (38,1 kJ EM/g), fue superior a las estimaciones realizadas por ABATE (1989) y ASH y NORTON (1987) en cabras Keniatas (27,9 kJ EM/g) y cabras Cashmere Australianas (24,8 kJ EM/g), respectivamente. Estas discrepancias en relación al coste energético de las ganancias de peso pueden haber sido debidas a causas tan diversas como el genotipo animal, diseños experimentales, calidad de la dieta, estimación del valor energético de los alimentos, composición de las variaciones de peso, etc. (ZEMMELINK *et al.*, 1991; GHOSH y MOITRA, 1992).

El análisis de la evolución de las reservas corporales con la ingestión se realizó a partir de la relación establecida entre la variación del espesor de la grasa en la 4ª esternebra (VESP) y la ingestión media de materia orgánica digestible de cada lote (cuadro 1):

$$(2)\ VESP = -3{,}09 + 0{,}108\ MODI$$
$$(\pm 0{,}295)\quad (\pm 0{,}0103)$$
$$r = 0{,}982^{***}$$

Con el fin de poder facilitar la interpretación del espesor de la grasa en la 4ª esternebra (ESP4) en términos de peso de los depósitos adiposos (DA), se derivó una ecuación de regresión entre estos dos parámetros utilizando valores de cantidad de grasa en los depósitos adiposos (subcutánea, intermuscular y visceral) y espesor de grasa previamente determinados en esta misma raza mediante disección de la canal y ultrasonidos, respectivamente, por DELFA *et al.* (1997):

$$(3)\ DA\ (g/kg\ PV^{0,75}) = -498,88 + 39,272\ ESP4\ (mm)$$
$$(\pm 97,539) \quad (\pm 3,5593)$$
$$r = 0,980^{***}$$

A partir de esta ecuación se estableció que la cantidad media de grasa estimada al inicio del ensayo (2934 g/animal) experimentó una variación que osciló desde una pérdida de 1,07 g/kg $PV^{0,75}$/día en el tratamiento con menor nivel de ingestión hasta una ganancia de 1,31 g/kg $PV^{0,75}$/día en el tratamiento con mayor nivel de oferta (figura 1). Estas variaciones representaron en el conjunto del período de estudio un descenso del 18% frente a un aumento del 20% de la cantidad de depósitos adiposos iniciales, respectivamente.

Las relaciones (2 y 3) anteriormente descritas sugieren que, dentro del rango de valores estudiados, las modificaciones en la grasa corporal varían linealmente con la ingestión. Por otra parte, a partir de dichas ecuaciones se deduce que el incremento en 1 mm del espesor de la grasa esternal en la 4ª esternebra representa una deposición a razón de 0,94 g grasa/kg $PV^{0,75}$/día, lo que precisaría del aporte de 136 kJ EM/kg $PV^{0,75}$/día por encima del nivel establecido para mantenimiento.

Los resultados obtenidos indican que las necesidades energéticas de mantenimiento de esta raza (432 KJ EM/kg $PV^{0,75}$/día) son similares a las obtenidas en razas de aptitud lechera de zonas templadas y que las varia-

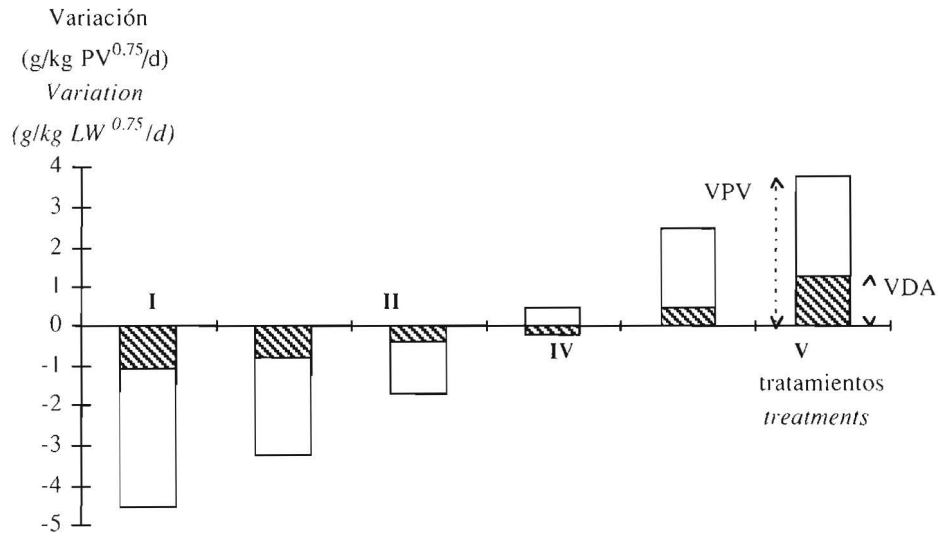


Figura 1. Variaciones del peso vivo (VPV) y de los depósitos adiposos (VDA) en función del nivel de ingestión

Figure 1. Effect of level of intake on liveweight (VPV) and body fat depots change (VDA)

ciones de los depósitos adiposos varían linealmente con la ingestión dentro del rango de valores estudiados. Estos sugieren, asimismo, la utilización del espesor de la grasa esternal como un parámetro indicativo de la dinámica de las reservas corporales, permitiendo establecer estrategias de alimentación a medio plazo.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Enrique Morago, Miguel Angel Tejero y Fidel Lahoz por su inestimable ayuda en el desarrollo del trabajo de campo, así como a Rafael Delfa y Carmen González, por su valiosa colaboración en la interpretación de los resultados. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA-SC93-052.

Bibliografía

ABATE A., 1989. Metabolizable energy requirements for maintenance of Kenyan goats. Small Rum. Res., 2, 299-306.

AFRC, 1998. The nutrition of goats. Report No. 10, 118. Ed. CAB International, Wallingford (UK).

AGUILERA J.F., LARA L., MOLINA E., PRIETO C., 1991. Energy balance studies with growing Granadina goats during fasting and maintenance. Small Rum. Res., 5, 109-115.

AOAC, 1990. Official methods of analysis (15th edition). Ed. Association Official Analytical Chemists. Arlington (USA).

ASH A.J., NORTON B.W., 1987. Studies with the Australian Cashmere goat. I. Growth and digestion in male and female goats given pelleted diets varying in protein content and energy level. Aust. J. Agric. Res., 38, 957-969.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., 1995. Ultrasonic measurements of fat thickness and longissimus dorsi depth for predicting carcass composition and body fat depots of live goats. Proc. EAAP, 46th Annual Meeting, 276, Prague (Czech Republic).

DELFA R., GONZÁLEZ C., TEIXEIRA, A., 1997. Utilización de ultrasonidos en cabras adultas, predicción de la composición de la canal y de los depósitos adiposos del cuerpo. Proc. VII Congreso Internacional de Zootecnia. Producción, Calidad y Medio Ambiente, pp. 58, Bragança (Portugal).

DEVENDRA C., 1978. The digestive efficiency of goats. World Rev. Anim. Prod., 14, 9-22.

EVANS D.G., 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. Anim. Prod., 26, 119-125.

GHOSH T.K., MOITRA D.N., 1992. Comparison of body composition and energy utilization of Black Bengal goats under stallfed and grazing conditions. Small Rum. Res., 8, 199-205.

GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook. N.º 379, 2. Ed. US Department of Agriculture. Washington, D.C. (USA).

LINDBERG J.E., 1988. Retention times of small feed particles and of water in the gut of dairy goats fed at different levels of intake. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 59, 173-181.

MAFF, 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Technical Bulletin 33, 79. Ed. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London (UK).

MASSON C., RUBINO R., FEDELE V., 1991. Forage utilization in goats. 145-159. En: Goat Nutrition, P. Morand-Fehr (Ed.), 308. Ed. Pudoc. Wageningen (Netherlands).

MOHAMMED H.H., OWEN E., 1980. Comparison of the maintenance energy requirements of sheep and goats. Anim. Prod., 30, 479.

NRC, 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. En: Nutrient Requirements of Domestic Animals, N.º 15, 91. Ed. National Academy Press, Washington, D.C. (USA).

RUSSEL A.J.F., DONEY J.M., GUNN R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. Agric. Sci., Camb., 72, 451-454.

SANTUCCI P., 1984. Essai de mise au point d'une méthode d'estimation de l'état d'engraissement des chèvres Corses. Seminaire FAO, Sous reseau caprin: Groupe nutrition de la chèvre laitière. Grangeneuve (Suisse).

SANTUCCI P.M., BRANÇA A., NAPOLEONE M., BOUCHE R., AUMONT G., POISOT F., ALEXANDRE G., 1991. Body condition scoring of goats in extensive conditions, pp. 240-255. En: Goat Nutrition, P. Morand-Fehr (Ed.), 308. Ed. Pudoc, Wageningen (Netherlands).

SAUVANT D., MORAND-FEHR P., GIGER-REVERDIN S., 1991. Dry matter intake of adult goats, 25-36. En: Goat Nutrition, P. Morand-Fehr (Ed.), 308. Ed. Pudoc, Wageningen (Netherlands).

TISSERAND J.L., BELLET B., MASSON C., 1986. Effet du traitement des fourrages par la soude sur la composition de l'écosystème microbien du rumen des ovins et des caprins. Reprod. Nutr. Dévelop., 26, 313-314.

VALDERRÁBANO J., 1979. Techniques of measuring intake by grazing sheep. M. Phil. Thesis, University of Reading (UK), 145.

ZEMMELINK G., TOLKAMP B.J., OGINK N.W.M., 1991. Energy requirements for maintenance and gain of West African Dwarf goats. Small Rum. Res., 5, 205-215.

ZINN R.A., ADAM C.F., TAMAYO M.S., 1995. Interaction of feed intake level on comparative ruminal and total tract digestion of dry-rolled and steam-flaked corn. J. Anim. Sci., 73, 1239-1245.

(Aceptado para publicación el 8 de enero de 1999)