ITEA (1997), Vol. 93A N.º 1, 7-15

EFECTO DEL TIPO Y CALIDAD DEL HENO Y DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO SOBRE LA INGESTIÓN VOLUNTARIA Y LA DIGESTIBILIDAD DE LA RACIÓN EN OVEJAS

P. Prió
J. Gasa
A. Ferret
G. Caja

Unitat de Producció Animal. Departament de Patologia i Producció Animals
Facultat de Veterinària
Universitat Autònoma de Barcelona
08193 Bellaterra. Barcelona

RESUMEN

Se llevaron a cabo 3 balances de digestibilidad con ovejas lecheras de raza Manchega, vacías y secas, para determinar los efectos del tipo y calidad del heno ofrecido y de la suplementación con 0,6 kg/d de concentrado sobre la ingestión voluntaria y digestibilidad de la ración. Para ello se dispuso de dos henos de ray-grass italiano (RG1 y RG2) procedentes de la misma pradera pero recogidos en distintos estados de madurez: 16.0 vs 8,1%; 51,2 vs 60,5% y 3,5 vs 4,6% de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) y lignina (Lig) respectivamente, y de un heno de alfalfa (ALF): 18,1, 43,3 y 7,1% de PB, FND y Lig. Cada uno de los henos se ofreció en condiciones *ad libitum*, como ración única o junto con 0,6 kg/d de concentrado.

Para la misma digestibilidad (ALF vs RG2), la ingestión de materia orgánica digestible (MOD) fue un 82% superior con la ALF cuando no hubo aporte de concentrado. Para ingestiones equivalentes de MOD (ALF vs RG1), la ingestión de materia seca (MS) de ALF todavía fue un 24% superior, siendo compensada por una mayor digestibilidad del RG1 (69,5 vs 56,7%). El ray-grass más maduro (RG2) ofreció inferior digestibilidad e ingestión de MS que el RG1.

El aporte diario de 0,6 kg/d de concentrado eliminó las diferencias de ingestión de MS entre forrajes, dando lugar a tasas de sustitución de 1,76, 1,05 y 0,12 para ALF, RG1 y RG2, respectivamente. Así mismo, el concentrado aumentó ligeramente la digestibilidad de las raciones con forrajes de gramíneas y en mayor medida (10,2%) la constituida por alfalfa. Con el aporte de concentrado, la ingestión de MOD de las raciones ALF y RG1 se mantuvo constante y aumentó significativamente en la ración RG2 (12,1 gMOD/kg$PV^{0.75}$).

Palabras clave: Ingestión, Digestibilidad, Heno, Suplementación con concentrado

SUMMARY

EFFECT OF TYPE AND QUALITY OF HAY AND CONCENTRATE SUPPLEMENTATION ON VOLUNTARY INTAKE AND DIET DIGESTIBILITY.

Three digestibility balances were carried out using non-pregnant, non lactating Manchega ewes, to determine the effect of type and quality of hay and concentrate supplementation on voluntary intake and diet digestibility. Two Italian rye grass hays (RG1 and RG2) were used harvested at differents states of maturity to ensure different qualities: 16.0 vs 8.1%; 51.2 vs 60.5% y 3.5 vs 4.6% for crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and lignine (Lig) in RG1 and RG2 respectively and an alfalfa (ALF) hay: 18.1, 43.3 y 7.1% for CP, NDF and Lig. Forages were offered in ad *libitum* conditions, fed alone or supplemented with 0.6 kg/d of concentrate daily.

When forages had the same digestibility (ALF vs RG), intake of digestible organic matter (MOD) was 82% superior for ALF when concentrate was not given. When level of intake of DOM was similar (ALF vs RG1), dry matter (DM) intake of ALF was still 24% greater, being compensated by a greater digestibility in RG1 (69.5% vs 56.7%). The more mature rye grass (RG2) had poorer digestibility and lower DM intake than RG1.

The daily supplementation of 0.6 kg/d of concentrate removed the DM intake differences among forages, giving substitution rates of 1.76, 1.05 and 0.12 in the case of ALF, RG1 and RG2, respectively. Also, concentrate slightly increased the digestibility coefficients of grass diets and in more important way (10.2%) in alfalfa diet. With concentrate supplementation, DOM intake of ALF and RG1 diets was kept constant, and increased significatively in the case of RG2 (12.1 g DOM/kg$PV^{0.75}$).

Key words: Intake, Digestibility, Hay, Level of concentrate, Sheep.

Introducción

Los forrajes constituyen una fracción importante de la ración de los rumiantes y su ingestión y aprovechamiento digestivo resultan definitivos para optimizar biológica y económicamente la producción. Este punto cobra mayor importancia en el ovino lechero, dado que en determinadas fases fisiológicas (final de gestación y principio de lactación) se produce un considerable aumento de las necesidades que no se corresponde con un incremento de la capacidad de ingestión. Gramíneas y leguminosas son sin duda las dos familias botánicas que más recursos forrajeros aportan a la alimentación animal. Para una misma digestibilidad, los forrajes de leguminosas se ingieren en mayor cantidad que los de gramíneas (MINSON, 1990) mientras que, a igual nivel de ingestión, los de gramíneas suelen tener mayor digestibilidad. Dentro de cada familia botánica, la ingestión suele aumentar conforme lo hace la digestibilidad. El contenido y ritmo fraccional de degradación de la pared celular es el principal factor dependiente del forraje, responsable de estos efectos (MERTENS, 1973).

El aporte de concentrado aumenta la cantidad de energía ingerida pero suele reducir la energía procedente del forraje (COLUCCI *et al.*, 1989), bien como consecuencia del

efecto de sustitución o bien, sólo cuando el nivel de concentrado es alto, como resultado de un efecto asociativo negativo. Por otra parte, el efecto de sustitución entre forraje y concentrado aumenta con el nivel de concentrado y con la calidad del forraje (DULPHY *et al.*, 1987).

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto del tipo y calidad del heno ofrecido *ad libitum* a ovejas vacías y secas sobre la digestibilidad de la ración y las variaciones de ingestión y digestibilidad asociadas a la suplementación con concentrado

Material y métodos

Animales y dietas

Se emplearon un total de 24 ovejas adultas de raza Manchega vacías y secas. Los pesos vivos y condiciones corporales medias figuran en el Cuadro 1. La condición corporal se evaluó según el método propuesto por RUSSEL *et al.*, 1969. Se realizaron 3 balances de digestibilidad con 8, 8 y 7 animales en cada uno, debido a que uno de los animales tuvo que ser eliminado de la experiencia debido a falta de adaptación a la jaula experimental. Con objeto de disponer de un rango amplio de digestibilidades se utilizaron 3 henos que, además, se suministraron a los animales como ración única o suplementados con 0,6 kg/d de concentrado siguiendo el diseño experimental del Cuadro 1. Los concentrados se confeccionaron con (A) cebada entera (94,5%), harina de soja (4%) y 1,5% corrector vitamínico mineral[1] o (B) cebada entera (66,5%), harina de girasol (29,7%), CO_3Ca (2,1%), PO_3Ca_2 (0,7%), ClNa (0,6%) y Avotane Freemax*Sec[2] (0,4%). Los animales dispusieron permanentemente de agua limpia y bloques minerales comerciales.

Desarrollo experimental y análisis de laboratorio

Cada prueba de balance fue precedida de un período de adaptación a las raciones experimentales de 14 días en los que los animales se alojaron en grupo, seguido de 5 días de adaptación a las jaulas metabólicas individuales. El período de balance fue de 7 días durante los cuales se controló la oferta, el rehusado y la producción de heces. El forraje se administró picado en una sola distribución diaria por la mañana y el concentrado se ofreció en 2 mitades a las 9:00 y 17:00 horas. Diariamente durante el período de balance se cogió muestra del forraje y concentrado ofertado así como del forraje rehusado y las heces, almacenándose cada una de ellas con la del día anterior. Al finalizar el período de balance se tomó una alícuota de cada muestra para su análisis.

El contenido en materia seca de los alimentos y heces se determinó por desecación

1. (Ca 14.0%, P 7%, Na 9%, Mg 0,52%, Fe 0,18%, KO, 05%, Co 4 ppm, Zn 1125 ppm, I 19 ppm, Se 5 ppm, vit. A 75000 UI/kg, vit. D3 20000 UI/kg, vit. E 200 UI/kg, vit. B2 60 mg/kg, vit. B12 0,5 mg/kg, Calpan 190 mg/kg y Niacina 270 mg/kg).

2. (vit. A 1000000 UI/kg, vit. D_3 3000000 UI/kg, vit. E 5000 mg, Cu 2500 mg, Mn 10000 mg, Zn 10000 mg, Fe 10000 mg, I 100 mg, Co 20 mg, Se 80 mg, Ca 135500 mg, P 152500 mg, Mg 59300 mg, Avoparcina 1000 mg, Butilhidroxitolueno 125 mg).

CUADRO 1
NÚMERO DE ANIMALES USADOS EN CADA RACIÓN Y PESO VIVO (Kg) Y CC MEDIO AL INICIO DE LA EXPERIENCIA

ANIMAL NUMBER USED IN EACH DIET AND AVERAGE LIVE WEIGHT AND BODY CONDITION SCORE AT THE BEGINNING OF TRIAL

	Concentrado				
	Tipo	0 kg	0,6 kg	PV	CC
ALF	B	4	4	63,1± 7,2	2,65 ± 0,21
RG1	A	4	4	62,3 ± 5,8	2,97 ± 0,23
RG2	B	3	4	63,8 ± 6,0	2,64 ± 0,29

en estufa durante 48 horas a 100-105°C y los restantes análisis se llevaron a cabo sobre muestras desecadas a 60°C durante 48 horas y molidas a través de una malla de 0,8 mm, con excepción de las muestras usadas para la determinación de la materia seca indigestible en las que se usó un diámetro de 1,5 mm. La determinación del contenido en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y lignina (Lig) se llevó a cabo según los métodos propuestos por la AOAC (1990). El contenido en fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) de acuerdo con los métodos de GOERING y VAN SOEST (1970) y la materia seca indigestible (MSInd), como el residuo de materia seca que permaneció en bolsas de nylon tras su incubación en rumen de ovejas provistas de cánula ruminal, durante 168 horas.

Proceso de datos y análisis estadístico

Se calculó la ingestión voluntaria de materia seca (MS), las digestibilidades de la materia seca (dMS), materia orgánica (dMO) y FAD (dFAD) de las dietas y la ingestión de materia orgánica digestible (MOD). El efecto de la calidad y el tipo de forraje se estudió por análisis de varianza y el del aporte de concentrado por análisis de regresión (STEEL y TORRIE, 1980).

Resultados y discusión

La composición química de los henos y concentrados figuran en el Cuadro 2, la ingestión voluntaria de MS en el Cuadro 3 y los coeficientes de dMS, dMO y dFAD se presentan en el Cuadro 4. Al ofrecer los forrajes solos, para valores equivalentes de digestibilidad (ALF vs RG2; 56,7 vs 55,8 y 59,1 vs 57,1 para dMS y dMO, respectivamente), la ingestión de MOD fue un 82% superior con la alfalfa (Cuadro 4), de acuerdo con la bibliografía (VAN SOEST, 1982; MINSON, 1990).

Al administrar los forrajes como ración única, la mayor ingestión de MS registrada con el heno de ALF en relación al RG2 (89,4 vs 50,1 g/kg$PV^{0,75}$) se debe, funda-

CUADRO 2
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HENOS (ALF, RG1 Y RG2) Y CONCENTRADOS (A, B)

CHEMICAL COMPOSITION OF HAYS (ALF, RG1 AND RG2) AND CONCENTRATES (A, B)

	ALF	RG1	RG2	A	B
MS[1]	84,4	81,4	83,1	87,8	90,3
MO[2]	89,3	88,0	90,4	96,6	87,8
PB[2]	18,1	16,0	8,1	17,5	18,7
FND[2]	43,3	51,2	60,5	31,7	32,0
FAD[2]	31,9	26,6	36,0	10,7	11,5
Lig[2]	7,1	3,5	4,6	2,4	2,8
MSInd[2]	25,5	8,1	22,2	–	–

1. Sobre materia fresca.
2. Sobre materia seca.

CUADRO 3
INGESTIÓN VOLUNTARIA (g/KgPV^{0,75}) DE MATERIA SECA DE LAS DIETAS, CONSISTENTES EN HENO SOLO O SUPLEMENTANDO CON 0,6 Kg/d DE CONCENTRADO

VOLUNTARY INTAKE (g/KgPV^{0,75}) OF DRY MATTER OF DIETS, WITH HAYS FED ALONE OR SUPPLEMENTED WITH 0,6 Kg/d OF CONCENTRATE

	ALF	RG1	RG2	ESM	Niv. Sig.
Ración única					
Total	89,4[a]	72,2[b]	50,1[c]	9,07	P=0,0016
0,6 kg/d Conc.					
Total	71,7	70,9	70,8	4,24	NS
Heno	48,3	46,8	47,4	3,58	NS
% Conc.	32,7	34,1	33,1	1,89	NS
Sust.	1,76	1,05	0,12		

ESM: Error standard de la media.
% Conc.: Porcentaje de MS ingerida de la dieta correspondiente al concentrado.
Sust.: Tasa de sustitución del forraje por concentrado estimada a partir de los valores de ingestión obtenidos en la dieta única y en la suplementación con concentrado.
NS: No significativo, P >0.05.
a, b, c: Superíndices con letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas (P <0.05) entre valores.

mentalmente, al mayor contenido celular (100 - FND) de aquella (56,7 vs 39,5). De hecho, el contenido en pared celular (FND) es la fracción química mejor relacionada con la ingestibilidad de los forrajes (DULPHY *et al.*, 1987). Por otra parte, la dFAD de la ALF es inferior como consecuencia del mayor grado de lignificación de la FAD (obtenido al expresar la cantidad de lignina en función de la FAD, Lig/FAD) (22,3 vs 12,8 para ALF y RG2, respectivamente).

La mayor ingestión de heno de ALF cuando los forrajes experimentales son administrados como dieta única, puede explicarse también por la mayor velocidad de degradación de la fracción de pared celular potencialmente degradable (AKIN, 1979) y el mayor ritmo fraccional de salida de la porción no degradada (VAN SOEST, 1982). Según MOSELEY (1981), como consecuencia del menor grado de lignificación de la pared celular (Lig/FND) (16,4 vs 7,6 para ALF y RG2, respectivamente), durante el proceso de masticación y rumia los forrajes de gramíneas se rompen en trozos filamentosos largos y delgados mientras que las leguminosas dan lugar a formas irregulares más macizas y sin ejes definidos. Esta diferente forma favorece que las partículas de forraje de leguminosas sean colonizadas más fácilmente por los microorganismos ruminales a la vez que facilita su preparación para abandonar el rumen a través del orificio retículo-omasal. Por otro lado, las diferencias en MOD también pueden imputarse al bajo contenido proteico del RG2 (Cuadro 2). Según el ARC (1980), un contenido en proteína bruta del forraje inferior al 9% sería insuficiente para satisfacer las necesidades de los microorganismos del rumen, si bien al tratarse de un heno de gramíneas maduro, cuya degradación ruminal es supuestamente lenta, la contribución del reciclaje al "pool" de amoníaco ruminal puede ser notable y minimizar, así, el déficit de proteína degradable. Por otra parte, la ingestión de MOD de RG2 (26,1 g/kg$PV^{0,75}$), estaría en el límite de satisfacer las necesidades de mantenimiento según COOP (1962).

El RG1 alcanza una ingestión de MOD equivalente a la del heno de alfalfa (Cuadro 4). La ingestión voluntaria de MS forraje, sin embargo, sigue manteniéndose un 24% más baja, de acuerdo con el mayor contenido en pared celular del RG1 (Cuadro 2). Por contra, la dMO fue un 20% superior en el RG1 (Cuadro 4) como consecuencia de un menor grado de lignificación de la pared celular, que tuvo su reflejo en una mejor dFAD (72,9 vs 42,8). Para estados vegetativos semejantes, los forrajes de gramíneas son más digestibles que los de leguminosas pero la digestión ruminal es más lenta (MINSON, 1990).

Como refleja la bibliografía (VAN SOEST, 1982; MINSON, 1990), dentro de la misma familia botánica (RG1 vs RG2) conforme avanza el estado vegetativo de la planta o su grado de madurez, aumenta el contenido en pared celular y sus fracciones (Cuadro 2), disminuyendo su ingestión voluntaria (Cuadro 3) y digestibilidad (Cuadro 4) y, consecuentemente, la ingestión de MOD también se reduce (42%). La mayor ingestión en el caso del RG1 se explicaría, en buena parte, por su mayor contenido celular (48,8 vs 39,5%) y su mejor dMO (70,9 vs 57,1%). Estas diferencias en digestibilidad, que son incluso superiores para las fracciones de la pared celular (dFAD 72,9 vs 50,1%), no parecen deberse al grado de lignificación de ésta (6,8 vs 7,6% para RG1 y RG2, respectivamente) sino más bien al mayor contenido en fracción potencialmente indigestible del RG2 (8,1 vs 22,2%) que estaría relacionada, como afirma MORRINSON (1979), con el grado de polimerización de la fracción celu-

CUADRO 4
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (dMS), MATERIA ORGANICA (dMO) Y FIBRA ÁCIDO DETERGENTE (dFAD) Y MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE INGERIDA (MOD, g/Kg $PV^{0.75}$) DE LAS RACIONES OFRECIDAS, CONSISTENTES EN FORRAJE COMO RACIÓN ÚNICA O SUPLEMENTADO CON 0,6 Kg/d DE CONCENTRADO

DIGESTIBILITY COEFICIETS OF DRY MATTER (dMS), ORGANIC MATTER (dMO) AND ACID DETERGENT FIBER (dFAD) AND DIGESTIBLE ORGANIC MATTER INTAKE (MOD, g/KgPV$^{0.75}$) OF DIETS, WITH HAYS FED ALONE OR SUPPLEMENTED WITH 0,6 Kg/d OF CONCENTRATE

	ALF	RG1	RG2	ESM	Niv. Sig.
0 kg Conc.					
dMS	56,7^{b}	69,5^{a}	55,8^{b}	1,18	,0001
dMO	59,1^{b}	70,9^{a}	57,1^{b}	1,66	,0001
dFAD	42,8^{b}	72,9^{a}	50,1^{b}	3,12	,0001
MOD	47,4^{a}	45,2^{a}	26,1	^{b}5,65	,0024
0,6 kg/d Conc					
dMS	62,5^{b}	70,9^{a}	58,6^{c}	1,55	,0001
dMO	65,1^{b}	72,6^{a}	59,9^{c}	1,53	,0001
dFAD	44,4^{b}	60,7^{a}	45,9^{b}	3,12	,0001
MOD	41,7^{ab}	47,1^{a}	38,2^{b}	2,77	,0048

ESM: Error standard de la media.
a,b,c: Superíndices con letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$) entre valores.

lolítica de la pared celular (FAD-Lignina) o con la presencia de otros principios indigestibles como las incrustaciones de sílice.

Con el aporte de 0,6 kg/d de concentrado la ingestión total de MS de las tres dietas se igualó y alcanzó un valor de 71 g/kgPV0,75 (Cuadro 3), si bien se mantuvieron las diferencias en los coeficientes de digestibilidad (Cuadro 4). La tasa de sustitución (Cuadro 3) de forraje por concentrado aumentó conforme lo hizo la calidad del ray-grass (0,12 y 1,05 para RG2 y RG1, respectivamente) pero fue superior con el heno de alfalfa (1,76). La existencia de una relación directa entre tasa de sustitución y calidad del heno dentro de una familia botánica está bien documentada (FORBES, 1986; DULPHY *et al.*, 1987), mientras que la mayor tasa de sustitución para la alfalfa está relacionada con una mejora más acusada de la digestibilidad de la ración con el aporte de concentrado (Cuadro 4), que determinaría una mayor reducción en la ingestión de forraje manteniéndose constante la MOD ingerida, de acuerdo con la teoría de control metabólico de la ingestión (WALDO, 1986).

En efecto, aún cuando al aumentar la administración de concentrado la evolución de los coeficientes de digestibilidad es curvilínea (SCHNEIDER y FLATT, 1975; WALDO,

CUADRO 5
EVOLUCIÓN DE LA DIGESTIBILIDADDE LA MATERIA SECA (dMS), MATERIA ORGANICA (dMO), FIBRA ÁCIDO DETERGENTE (dFAD) Y EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGANICA DIGESTIBLE INGERIDA (MOD, g/KgPV^{0,75}) AL INCLUIR CONCENTRADO EN LA DIETA

EVOLUTION OF THE DIGESTIBILITY COEFICIENTES OF DRY MATTER (dMS), ORGANIC MATTER (dMO), ACID DETERGENT FIBER (dFAD) AND EVOLUTION OF THE DIGESTIBLE ORGANIC MATTER INTAKE (MOD, g/KgPV^{0,75}) WHEN CONCENTRATE IS INCLUDED IN DIET

	a	b	r	RSD	Niv, Sig,
dMS					
ALF	56,7	0,176	0,93	1,300	***
RG1	69,5	0,042	0,61	1,082	NS
RG2	55,8	0,080	0,52	2,335	NS
dMO					
ALF	59,2	0,181	0,93	1,353	NS
RG1	70,9	0,051	0,75	1,015	***
RG2	57,1	0,083	0,57	2,345	NS
dFAD					
ALF	42,9	0.046	0,28	3,003	NS
RG1	73,0	-0,364	-0,93	2,858	***
RG2	50,3	-0,134	-0,65	3,030	NS
MODI					
ALF	47,4	-17,25	-0,50	5,710	NS
RG1	45,2	5,20	0,31	3,201	NS
RG2	26,2	35,72	0,87	3,999	**

a, b: Parámetros de la ecuación de regresión.
r: Coeficiente de correlación.
RSD: Desviación standard residual.

1986) para aportes de concentrado bajos (sólo representan el 35% de la MS ingerida de la ración, Cuadro 3) se puede admitir el ajuste lineal de dicha evolución (SCHNEIDER y FLATT, 1975). El Cuadro 5 muestra los aumentos de dMS y dMO de la dieta con los tres forrajes, aunque el efecto de la adición de concentrado sobre la dMS sólo fue significativo con el heno de alfalfa (la dMO de la dieta mejora en 1,8% por cada 10% de aporte de concentrado sobre la MS total ingerida). Estas diferencias entre la alfalfa y los ray-grass se explicarían por el descenso observado en la digestibilidad de la pared celular de los henos de gramínea, reflejado en la depresión de la dFAD registrada (Cuadro 5), en especial con el RG1 (3,6% por cada 10% de aporte de concentrado

sobre la MS total ingerida). Finalmente, el aporte de concentrado no modificó significativamente la ingestión de MOD de las dietas de heno de alfalfa y RG1 pero la MOD ingerida aumentó en 3,6 g/kg$PV^{0.75}$ por cada 10% de aporte de concentrado sobre la MS total ingerida en la dieta compuesta por RG2 + 0,6 kg/d de concentrado (Cuadro 5).

En conclusión, para una misma dMO, la ingestión voluntaria de MOD fue un 82% superior (47,4 vs 26,1 g/kg$PV^{0,75}$) con el heno de alfalfa que con el de ray-grass (RG2). Para alcanzar ingestiones de MOD equivalentes, la dMO del heno de ray-grass (RG1) tuvo que ser un 20% superior (70,9 vs 59,1%). La suplementación de los 3 forrajes con 0,6 kg/d de concentrado mantuvo las diferencias en los coeficientes de digestibilidad de las raciones y aumentó un 46% la ingestión de MOD de la dieta que contenia RG2.

Bibliografía

AKIN, D.E., 1979. Microscopic evaluation of forages digestion by rumen microorganisms. A review. J. Anim. Sci. 48, 701-710.

A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemists. 15th Edition. Washington.

A.R.C., 1980. The nutrient requeriments of ruminant livestock. Technical review by an Agricultural Research Council Working party. Commomwealth Agriculture Bureaux.

COLUCCI, P.E., MACLEOD G.K., GROVUM W.L. CAHILL L.W. y MCMILLAN I., 1989. Comparative digestion in sheep and cattle fed different forage to concentrate ratios at high and low intakes. J. Dairy Sci. 72, 1774-1785.

COOP, J.E., 1962. The energy requeriments of sheep for maintenance and gain. J. Agric. Sci. 58, 179-186.

DULPHY, J.P.; FAVERDIN, PH.; MICOL. D.: BOCQUIER, F., 1987. Revision du système des Unités d'encombrement. Bull. Tech. Theix 70 35-48.

FORBES, J.M., 1986. The voluntary intake of farm animals. Ed. Butterworths. London.

GOERING, M.K. y VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis. Agricultural hand book, n° 379. Agric. Rec. Serv. U. S. Depart. of Agric.

MERTENS, D.R., 1973. Application of theoretical models to cell wall digestion and forage intake in ruminants. Ph. D. Dissertation. Cornell Univ.

MINSON, D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academis Press Limited. San Diego, California.

MORRISSON, J. M., 1979. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. Proc. Nutr. Soc. 38, 269-274.

MOSLEY, G., 1981. The role of phisycal breakdown in controlling the nutritive value of forages. Welsh Plant Breeding Station. Annual Report. pp 167-182.

SCHNEIDER, B.H. y FLATT, W.P., 1975. The evaluation of feed through digestibility experiments. Univ. of Gerorgi Press. Athens.

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

STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H., 1980. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw- Hill.

VAN SOEST, P.J., 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, Oregon. O & B Books Inc.

WALDO, D.R., 1986. Symposium: forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. J. Dairy Sci. 69, 971-631.

(Aceptado para publicación el 17 de abril de 1996)