

Ingestión voluntaria de forraje en los ovinos

Paolo Macchioni (1) - Paolo Bosi (2) - Luisa Casini (3)

RESUMEN

Numerosas investigaciones realizadas en nuestro país muestran el creciente interés por la posibilidad de prever el consumo voluntario de forraje.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la posibilidad de prever la ingestión ad libitum de nuestros forrajes. A tal fin se han utilizado los resultados relativos a 53 pruebas realizadas en nuestro Instituto sobre ovinos italianos de carne y relativas a hierba y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de diverso corte, madurez y tipo de terreno, hierba y heno de prado natural, centeno (*Secale cereale* L.), *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense*.

Los datos de consumo voluntario de materia seca, expresados en función del p.v. ^{0,75}, han sido correlacionados con el contenido de PB, FB, NDF, ADF y ADL de los forrajes empleados. La previsión más segura se ha obtenido a partir del contenido en PB y NDF. Se ha estudiado igualmente la posibilidad de llegar a ecuaciones globales que tengan en cuenta la especie botánica y la henuficación. Entre los factores considerados, el de mayor peso ha resultado ser la especie botánica.

En su conjunto se ha comprobado la posibilidad de prever, con una moderada precisión, la ingestibilidad de algunos forrajes en los ovinos.

Palabras clave: consumo voluntario, forrajes italianos, ovinos.

ANTECEDENTES

La ingestión de forraje se sitúa entre los factores de mayor importancia en

- (1) Del Instituto de Explotaciones Zootécnicas, Via F.lli Rosselli, 107. 42100 Coviolo (RE).
- (2) Profesor asociado. Instituto de Ciencias y Tecnologías de las Producciones Animales, Via Valdisavoia, 5. 95123 Catania, Italia.
- (3) Técnico. Instituto de Explotaciones Zootécnicas, Italia.

la conversión de los alimentos en productos animales. La cantidad de energía que un rumiante alimentado a voluntad es capaz de utilizar a partir del forraje depende, en efecto, de la ingestibilidad del forraje y de la digestibilidad de su materia orgánica. La ingestibilidad es generalmente más importante que la digestibilidad al determinar las diferencias en la ingestión de materias secas digeribles (13).

La cantidad de forraje que un rumiante puede consumir, en el caso de que el alimento sea distribuido a voluntad, depende tanto de factores ligados al animal (edad, peso, sexo y estado fisiológico) como de factores relativos al alimento (características físicas y bioquímicas).

De lo dicho se puede deducir la importancia que tiene la posibilidad de conocer a priori el consumo alimentati-

CUADRO I

Características de los forrajes estudiados (intervalos de variación)

		Alfalfa		Prado natural		Gramíneas	
		Hierba	Heno	Hierba	Heno	Hierba	Heno
Forrajes	n	10	20	2	2	14	5
Observaciones	"	40	114	9	9	84	30
Composición:							
— Proteína bruta	% m.s.	17,3-24,8	8,5-21,2	12,3-15,1	10,4-11,7	6,1-21,4	7,0-15,1
— Fibra bruta	"	18,8-33,9	20,7-44,6	23,7-23,9	28,0-29,0	25,7-37,0	28,1-42,2
— NDF	"	32,3-48,3	34,0-65,4	49,1-49,6	53,4-60,4	48,0-69,9	64,5-78,2
— ADF	"	24,4-39,8	28,7-53,1	32,4-35,6	35,4-37,1	27,6-45,9	34,9-51,0
— ADL	"	5,2- 9,0	7,3-14,8	7,9- 9,3	7,9- 8,0	2,5- 7,2	6,7- 9,1
Consumo (1)	g m.s./kg p.v. ^{0,75}	53,8-90,6	55,6-97,8	56,3-88,4	60,3-85,0	36,5-83,7	44,3-78,8
Digestibilidad de la materia seca (1)	%	6,26-77,9	40,9-67,0	51,3-67,4	53,3-62,90	49,4-83,7	48,4-68-7

(1) Datos individuales.

Adivine



¿Cuál de estos dos Productores utiliza Energía Protegida MEGALAC® en la alimentación de su ganado?

MEGALAC aumenta la producción lechera de su ganado sin alterar el funcionamiento normal del rumen.
Por su eficacia, fácil administración y economía, es el producto ideal para sacarle el máximo partido a su producción. Acuda a su distribuidor más próximo y pida MEGALAC.
Su ganado se lo agradecerá.

MEGALAC se puede encontrar en cualquier punto de España, dirigiéndose a:

Internacional de Materiales
y Servicios, S. A.

C/. Paseo de la Castellana, 62, 4.º - I.
28046 Madrid
Tels.: (91) 563 00 23
564 24 42
Fax: (91) 564 50 56

Tegasa, Técnica Ganadera, S. A.

C/. Entenza, 236, entlo. 2.ª
08029 Barcelona
Tels.: (93) 321 30 08
322 98 62
Fax: (93) 321 34 54

Ibérica de la Nutrición Animal, S.A.

C/. Corazón de María, 9, 1.º C
28002 Madrid
Tels.: (91) 416 54 10
416 52 95
Fax: (91) 519 26 76



Otra gran idea de

VOLAG

Orwell-Royston
Herts SG8 5QX
Reino Unido
Fax: 07 44 223/20 76 29
Telex: 81622

Nuestra Energía es Natural

cio de nuestros animales. En particular, en lo relativo a los forrajes, cuya ingestión varía dentro de límites muy amplios, se han realizado numerosos trabajos, sobre todo en el extranjero, con el fin de obtener ecuaciones de previsión del consumo de forraje.

En último término, una mejora de la previsión de la ingestión por parte de los animales, estabulados o en pastoreo, es deseable:

I) Como base para la planificación del uso de las superficies empleadas para forrajes, o bien para la elección de las parcelas a utilizar para la producción de forraje fresco y/o conservado, para la fecha de recolección, etc.

II) Como base para estimar la respuesta productiva a una amplia gama de alimentos disponibles al ganadero (1).

III) Como base para una correcta racionalización, ya que, como han sugerido algunos autores (4,10), la ingestibilidad del forraje parece tener una fuerte influencia sobre el índice de sustitución por los concentrados.

Dada la ausencia de datos relativos a la previsión del consumo voluntario de forrajes productivos en Italia, se ha llevado a cabo esta investigación con el fin de comprobar la posibilidad de prever la ingestión ad libitum de forrajes producidos en la llanura padana.

MATERIALES Y METODOS

Se han utilizados los datos relativos a 53 pruebas realizadas en nuestro Instituto para estimar el valor nutritivo de los forrajes, efectuadas principalmente dentro del marco del proyecto M.P.I. (recursos 40%) "Valor nutritivo de los alimentos para los rumiantes".

Se han utilizado ovinos machos, adultos, castrados, de tipo genético Bergamasca X Biellese, o bien de raza Bergamasca, de peso vivo medio variable entre 65 y 75 kg. Los sujetos en prueba han sido alimentados con hierba y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de diverso corte y madurez, cultivada en terrenos con diferentes características, heno y hierba de prado natural, centeno (*Secale cereale* L.), dactilo (*Dactylis glomerata* L.) y fleo (*Pheum pratense* L.), con un total de 287 observaciones.

Los sujetos, alojados en jaulas para pruebas de digestibilidad, habían sido adaptados anteriormente, durante 2 semanas, al alimento que se suminis-

traba en cantidades tales que se garantizase un desecho equivalente aproximadamente al 10%.

Los datos relativos al consumo voluntario de materia seca (4), expresados en función del peso metabólico (p.v.^{0,75}), se han correlacionado con el contenido de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), NDF, ADF y ADL de los forrajes empleados. Además de las correlaciones simples y múltiples, se han calculado ecuaciones lineales de previsión a partir de parámetros analíticos y según los siguientes modelos:

$$y_k = \mu + bx_k + e_k$$

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + bx_k + e_{ijk}$$

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + b_j x_{ijk} + e_{ijk}$$

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + b_{ij} x_{ijk} + e_{ijk}$$

donde:

- y = consumo voluntario de cada k sujeto
- μ = media general
- α = especie botánica o grupo (i = 1,...5)

- β = henificación (j = 1: henificación, 2: empleo directo como hierba)
- b = coeficiente de regresión
- x = % analítico (PB; FB; NDF; ADF; ADL) en el alimento suministrado a cada k sujeto
- e = error

Asimismo se ha querido estudiar cómo se adaptaban a nuestros datos algunas ecuaciones de previsión propuestas en la bibliografía, basadas en la composición analítica del alimento, evaluando la varianza de los errores previstos (MSPE), definida por Neal *et al.* (7) como la media de las desviaciones cuadráticas entre los valores previstos por las ecuaciones y los observados. Esta media se puede descomponer en tres partes: una relativa al grado de "bias" general (cuadrado de las desviaciones entre las dos medias), otra relativa a la desviación del coeficiente de regresión de la unidad y la varianza del error casual (en torno a la regresión de los valores observados sobre los de previsión).

CUADRO II
Correlaciones simples y múltiples entre algunos parámetros analíticos del forraje (%) y el consumo voluntario (g m.s./kg p.v.^{0,75})

		Todos los forrajes	Heno	Heno de alfalfa
Observaciones	n	287	154	114
Forrajes	"	53	27	20
Proteína bruta		+0,56**	+0,66**	+0,60**
Fibra bruta		-0,36**	-0,46**	-0,60**
NDF		-0,63**	-0,77**	-0,60**
ADF		-0,32**	-0,50**	-0,60**
ADL		+0,40**	+0,26**	-0,19**
FB, PB		0,56**	0,67**	0,66**
NDF, PB		0,63**	0,77**	0,62**
ADF, PB		0,56**	0,67**	0,66**
NDF, ADL		0,72**	0,80**	0,61**
ADF, ADL		0,68**	0,71**	0,66**
Digestibilidad de la m.s.		-0,09	+0,10	+0,47**

** P < 0,01; * P < 0,05

CUADRO III
Ecuaciones de previsión del consumo voluntario (y: g m.s./kg p.v.^{0,75})

A) Todos los forrajes (coeficientes ± ES)

y = 107,4 (±2,7) - 0,644 (±0,047) · NDF%; DSR - RSD = 9,46

Henos (coeficientes ± ES)

y = 117,4 (±2,9) - 0,760 (±0,051) · NDF%; DSR - RSD = 7,39

C) Heno de alfalfa (coeficientes ± ES)

y = 60,0 (±2,5) + 1,247 (±0,156) · PB - CP%; DSR - RSD = 6,13

y = 104,6 (±2,6) - 0,488 (±0,061) · NDF%; DSR - RSD = 6,11

y = 82,8 (±6,5) + 0,735 (±0,201) · PG - CP% - 0,443 (±0,118) · FB - CF%; DSR - RSD = 5,80

y = 84,7 (±6,7) + 0,732 (±0,198) · PG - CP% - 0,410 (±0,105) · ADF%; DSR - RSD = 5,77

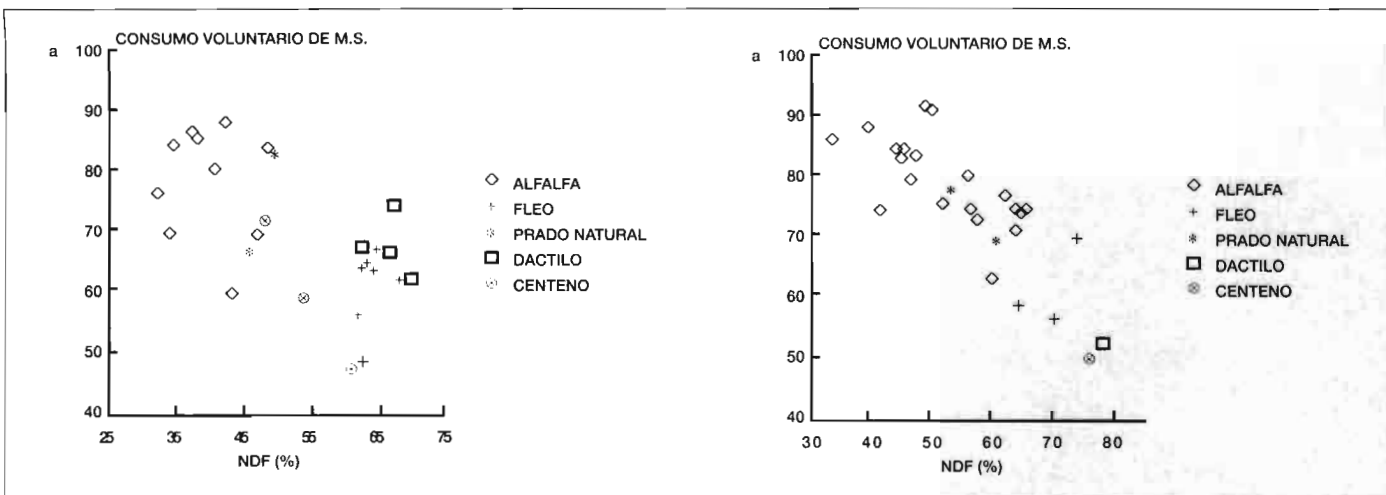


Fig. 1. Correlación entre consumo voluntario de materia seca (g/kg p.v.^{0.75}) y contenido del NDF del forraje en las diferentes pruebas (izquierda: hierba; derecha: heno).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el cuadro I figura una descripción de los forrajes ensayados. Del examen del cuadro se deduce que la alfalfa ha sido el forraje más estudiado, sobre todo como heno.

En lo relativo a la composición química se observa, como era de esperar, que la leguminosa presenta un contenido más elevado en proteína con respecto al prado natural y a las gramíneas; entre éstas últimas se registra, entre otras cosas, un valor particularmente elevado en el centro. Se puede observar también que la henificación ha determinado en general un descenso del contenido proteico, de modo más acentuado en la alfalfa. Los porcentajes de fibra bruta y de los compuestos de la pared celular, excepto la lignina, han resultado tendencialmente más elevados en las gramíneas.

En el cuadro II aparecen las correla-

ciones simples y múltiples de algunos parámetros analíticos del forraje y de la digestibilidad in vivo con el consumo voluntario, relativas respectivamente al conjunto de los forrajes estudiados, a los henos y al heno solo de alfalfa. Todos los parámetros analíticos considerados han presentado coeficientes de correlación estadísticamente significativos en el consumo voluntario.

En lo referente a la muestra en su totalidad se observa que la correlación simple mayor (-0,63) se encuentra para el NDF (figura 1); si se consideran las correlaciones múltiples, este dato resulta mejorado solamente en el caso de adición del ADL. También para los henos se observa la mejor correlación simple con el NDF (-0,77). Se considera con mucha precaución la correlación entre lignina e ingestión, que ha resultado para toda la muestra y para los henos de +0,40 y +0,26 respectivamente y se mantiene de signo positivo también en el caso de correla-

ción parcial en presencia de NDF o ADF (datos no tabulados). En efecto, en una muestra que comprenda especies diferentes se puede llegar a una conclusión errónea, es decir que la ingestión de forraje aumente al crecer el contenido en lignina. Esto deriva del hecho de que la lignina está contenida en mayor medida en las leguminosas, cuya ingestión es más alta a causa del bajo contenido de componentes de la pared celular. Este concepto ha sido bien comentado por Van Soest (12).

Las correlaciones relativas sólo a los henos de alfalfa, que formaban el grupo de forrajes más representados, no resultan mejores que las globales, con la excepción de FB y ADF.

La correlación entre consumo y lignina aparece débil, probablemente porque, por un lado, la correlación de la lignina con la densidad del forraje tiende a favorecer la ingestión, mientras que por otra parte ella misma esti-

CUADRO IV

Análisis de la adecuación a los datos presentes en el caso de empleo de algunas ecuaciones extranjeras que prevén la ingestión voluntaria de materia seca

Autores	Grupo de forrajes	Variables independ.	MSPE	"Bias" general	Desviación del coeficiente de regresión de 1	Variabilidad en torno a la recta
VAN SOEST (11)	Hierba	NDF	122.4	3.2	14.8	104.4
MERTENS (6)	Hierba	NDF	138.6	1.0	40.0	97.6
VAN SOEST (11)	Heno	NDF	181.0	131.0	0.0	50.0
ANDRIEU E COLL. (2)	Heno de alfalfa	FG-CF	257.7	210.3	10.0	37.4
REID E COLL. (8)	Hierba + heno de leguminosas	NDF	217.7	102.8	55.6	59.3
REID E COLL. (8)	Todos	NDF	154.1	46.0	18.6	89.5
ROHWEDER E COLL. (9)	Heno de alfalfa	NDF, NDF ²	370.0	230.1	103.3	36.6
ROHWEDER E COLL. (9)	Heno de gramíneas y prado natural	NDF, NDF ²	126.2	49.6	5.6	71.0

mula una mayor persistencia en el rumiante (12). La digestibilidad resulta correlacionada positivamente ($P < 0,01$) con la ingestión, mientras que en la muestra total de los forrajes y de los henos no aparece correlacionada ($P > 0,05$). La ausencia de relación entre digestibilidad e ingestión en la muestra total hay que imputarla con toda seguridad a la presencia de los henos de alfalfa, que tenían una digestibilidad moderada, debido a un elevado contenido en lignina y simultáneamente un porcentaje relativamente bajo de NDF (53,9% de media).

En el **cuadro III** figuran las ecuaciones de previsión del consumo voluntario a partir del contenido en DNF para la muestra en su totalidad y, a partir de los contenidos en PB, NDF, PB y FB, PB y ADF, para los henos de alfalfa.

En su conjunto se observa una desviación standard residual (DSR) bastante elevada. Los valores relativos a los henos de alfalfa resultan más favorables que los obtenidos para el mismo forraje por los investigadores franceses (2) y americanos (9). De un cierto interés práctico parece el hecho de que para los henos de alfalfa se obtiene la mayor precisión utilizando parámetros analíticos del esquema Weende.

Se ha querido comprobar después la adecuación a nuestros datos de algunas ecuaciones de previsión de la ingestión hallados en la bibliografía (**cuadro IV**). En general el empleo de estas ecuaciones conlleva una varianza de los errores previstos muy elevada. Sin embargo, mientras que en el hiebro, de las relativas al heno de gramíneas y pradera natural y de la general, la cuota mayor de varianza considera el error casual, por el contrario en el caso de las otras ecuaciones, sobre todo para las que prevén la ingestión del heno de alfalfa, existe un error sistemático, como se desprende de las cuotas relativas a la desviación entre la media de los valores previstos y la media de los observados ("bias") y a la desviación del coeficiente de regresión. En este último caso, en efecto, las ecuaciones de Andrieu y otros (2) y de Rohweder y otros (9) prevén una ingestión media netamente inferior, mientras que la de Reid y otros (8) prevé un consumo netamente superior a los datos reales.

La ecuación de Van Soest (11) relativa a los forrajes verdes se adapta bien



La ingestión de forraje requiere un conocimiento previo del consumo alimentario del ganado.

a nuestros datos experimentales, ya que presenta "bias" y desviación del coeficiente de regresión modestos.

De cualquier forma en su conjunto resulta comprobado que la aplicación de ecuaciones obtenidas en condiciones experimentales netamente diferentes puede acarrear con frecuencia no solamente errores casuales, sino también errores sistemáticos notables.

Con el fin de prever el consumo voluntario con una mayor seguridad a partir de una sola ecuación, se han utilizado algunos modelos de cálculo. En el **cuadro V** figuran los DSR para los diversos parámetros analíticos, utilizados como variables independientes. Para todos los parámetros químicos considerados, el empleo de un modelo más específico permite una disminución estadísticamente significativa

($P < 0,05$) de la DSR. Para todos los modelos se obtiene la mayor precisión utilizando como variable independiente del contenido de uno de los dos parámetros de evaluación de la fibra según Van Soest. Sin embargo, las diferencias entre la DSR dentro de cada tipo de modelo son extremadamente limitadas y es, por tanto, posible elegir la variable independiente en función de otros aspectos, como la velocidad de análisis.

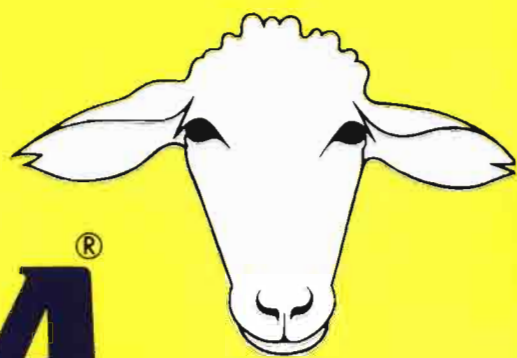
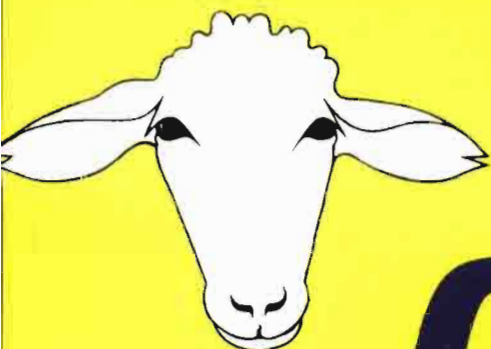
En estos modelos el ajuste relativo al tipo de forraje (hiebro/heno) ha resultado de signo negativo para la hiebro. Esto podría ser originado, en primer lugar, por el hecho de que los forrajes que contienen menos del 25% de materia seca presentan una excesiva dificultad, debido a la abundancia de agua intracelular (3), y esto reduci-

CUADRO V

Desviaciones standard residuales del consumo voluntario (g m.s./kg p.v.^{0,75}) con diversos modelos de cálculo a partir de algunos componentes analíticos del forraje mismo

Variables independ.	Factores considerados			
	solo x	x, especie, henificación	x dentro de especie, especie, henificación	x dentro de especies para henificación, especie, henificación, especie para henificación
NDF	9,43	7,92 ⁽¹⁾	7,73 ⁽¹⁾	7,26 ⁽¹⁾
Prótidos brutos	10,07	8,16 ⁽¹⁾	7,88 ⁽¹⁾	7,52 ⁽¹⁾
Fibra bruta	11,32	8,04 ⁽¹⁾	7,78 ⁽¹⁾	7,31 ⁽¹⁾
ADF	11,52	8,05 ⁽¹⁾	7,68 ⁽¹⁾	7,24 ⁽¹⁾

(1) Mejora estadísticamente significativa ($P < 0,05$) respecto al modelo situado a la izquierda.



OVECA[®]

EMULSION

INSECTICIDA • ANTISARNICO • PARASITICIDA

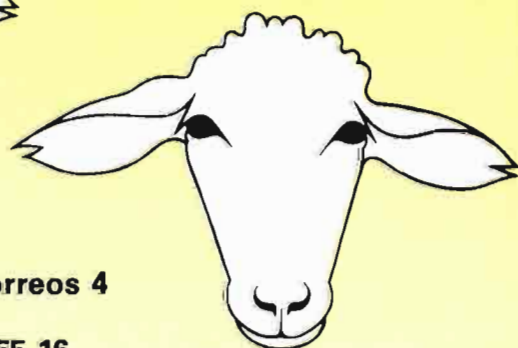
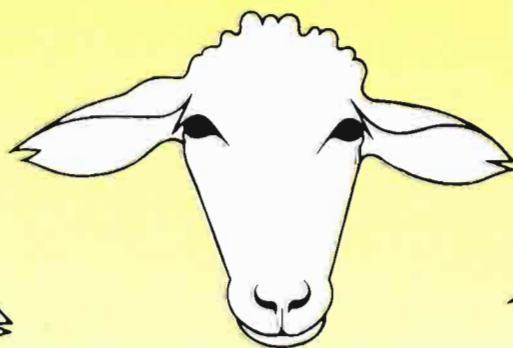
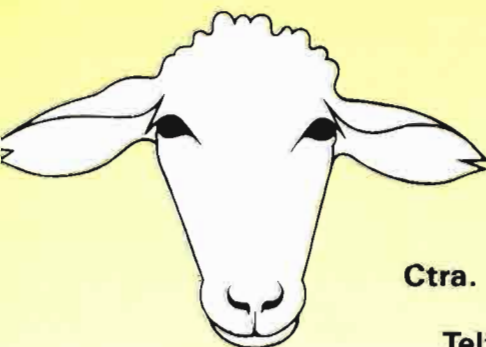
Ahora es el Momento de Bañar

ES UN PRODUCTO DE



**Laboratorios
"ZOTAL"**

TEJERA Y OLIVARES, S.A.



Ctra. N. 630, Kmt. 809 • Apdo. de Correos 4
41900 Camas (Sevilla)
Telf.: (95) 439 02 04 • Fax: (95) 439 55 16

ría la ingestión; igualmente se podría suponer un efecto de la temperatura ambiental, puesto que la hierba en nuestros ensayos se suministraba preferentemente en primavera avanzada y en verano, mientras que el heno se utilizaba en el periodo invernal.

Si en el tercer modelo se introduce el término cuadrático relativo a la x, el efecto de la henuficación ya no resulta estadísticamente significativo, excepto para el ADF. Por tanto, se han puesto a punto dos ecuaciones de previsión: la primera a partir del contenido en PB y la segunda a partir del contenido en NDF; estas ecuaciones aparecen en los cuadros VI y VII. En estas ecuaciones se han adoptado coeficientes comunes, dado que los coeficientes de la pradera natural, con elevada presencia de gramíneas, y de *Dactylis glomerata* no resultaban significativamente diferentes. En cuanto a la alfalfa, el coeficiente relativo al efecto cuadrático no ha resultado significativo.

De la observación de las ecuaciones se desprende que la ingestión del fleo no cambia significativamente con el contenido en PB y NDF. Esto es el resultado de una decreciente ingestión al aumentar la edad de la planta frente a una escasa modificación del contenido de todos los parámetros químicos

determinados. Igualmente Van Soest (11) ha observado un escaso grado de asociación del consumo de fleo con la composición química, mientras que Andrieu y otros (2) han comprobado la posibilidad de previsión a partir del contenido en FB y PB. También la digestibilidad de este forraje disminuye con la edad, prescindiendo de las modificaciones del contenido en principios inmediatos y fracciones fibrosas; a este respecto Lindgren y otros (5) afirman, en base a la evaluación in vitro de la evolución de la digestibilidad de los diferentes polisacáridos, que la fina estructura de éstos y su asociación con otros componentes de la pared celular son, respecto al contenido de las diversas fracciones fibrosas, factores de mayor consideración en la determinación del valor nutritivo del fleo. Para el descenso de ingestión hallado no se conocen, por el contrario, interpretaciones válidas.

CONCLUSIONES

De la investigación realizada se desprende que es posible prever, con un discreto grado de seguridad, la ingestión voluntaria de forrajes producidos en la llanura padana a partir de sus componentes químicos. Por el contrario, no resulta aconsejable el empleo

de ecuaciones puestas a punto sobre forrajes producidos en condiciones diferentes de las locales, dado el gran riesgo de errores sistemáticos.

Del análisis efectuado, en el que se han utilizado ecuaciones de elemental empleo para los operadores, se evidencia la necesidad de desarrollar análisis más específicos, que tengan también eventualmente cuenta del uso de forraje como hierba o heno y de otros tipos de conservación. Para llegar a esto es necesario ampliar posteriormente la muestra.

BIBLIOGRAFIA

AFRC/MAFF (1984): Final report of the *Joint Working Party on the prediction of the voluntary intake of ruminants under farm condition*.

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., WEGAT LITRE F. (1981): TABLES DE PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES, 343-592. In C. DEMARQUILLY (Ed.) *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. I.N.R.A., Versailles (F).

DEMARQUILLY C. (1965): FACTORS AFFECTING THE VOLUNTARY INTAKE OF GREEN FORAGE BY SHEEP. *Proc. 9th Internat. Grassld. Congr.*, 877-885.

DULPHY J.P. (1978): QUANTITES INGERES ET PHENOMENES DE SUBSTITION: CONSEQUENCES POUR LE RATIONNEMENT, 87-98. In M. JOURNET, A. HODEN (Ed.) *La vache laitière*. I.N.R.A., Versailles (F).

LINDGREN E., THEANDER O., AMAN P. (1980): Chemical composition of timothy at different stages of maturity and of residues from feeding value determinations. "Swedish J. Agric. Res.", 10, 3-10.

MERTENS D.R. (1973): *Application of theoretical mathematical models to cell wall digestion and forage intake in ruminants*. Ph. D. Thesis. Cornell Univ. Ithaca, NY (USA).

NEAL J.S.T.C., THOMAS C., COBBY J.M. (1984): COMPARISONS OF EQUATIONS FOR PREDICTING VOLUNTARY INTAKE BY DAIRY COWS. "J. AGRIC. SCI., CAMB.", 103, 1-10.

REID R.L., JING G.A., THAYNE W.V. (1988): RELATIONSHIP BETWEEN NUTRITIVE QUALITY AND LIFETIME COMPONENTS OF COOL SEASON AND WARM SEASON FORAGES: A RETROSPECTIVE STUDY. "J. ANIM. SCI.", 66, 1275-1291.

ROHWEDER D.A., BARNES R.F., JORGENSEN N. (1978): Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. "J. Anim. Sci.", 47, 747-759.

THOMAS C. (1987): Factors affecting substitution rates in dairy cows on silage based rations. 2095-218. In W. JAMESON, D.J.A. COLE (Ed.) *Recent advances in animal nutrition*. Butterworths, London (UK).

VAN SOEST P.J. (1965): Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. "J. Anim. Sci.", 24, 834-843.

VAN SOEST P.J. (1987): *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY (USA).

WALDO D.R. (1986): Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. "J. Dairy Sci.", 69, 617-631.

CUADRO VI

Ecuación de previsión del consumo voluntario (y: g m.s./kg p.v.^{0,75}), en función de la especie botánica y del contenido de proteína bruta (PB) del forraje

$y = B_1 + B_2 \cdot PB + B_3 \cdot PB^2\%$; R = 0,790; DSR = 7,59

donde:

- B₁ = +55,3; B₂ = + 2,24; B₃ = -0,0468 para la alfalfa
- B₁ = +68,5; B₂ = - 3,90; B₃ = +0,171 para el centeno
- B₁ = +69,7; B₂ = - 1,79; B₃ = +0,060 para Phleum pratense
- B₁ = -36,1; B₂ = +19,60; B₃ = -0,852 para el prado natural y *Dactylis glomerata*

CUADRO VII

Ecuación de previsión del consumo voluntario (y: g m.s./kg p.v.^{0,75}), en función de la especie botánica y del contenido de NDF del forraje

$y = B_1 + B_2 \cdot NDF + B_3 \cdot NDF^2\%$; R = 0,801; DSR = 7,40

donde:

- B₁ = + 55,1; B₂ = +1,33; B₃ = -0,0165 para la alfalfa
- B₁ = +366,7; B₂ = -9,50; B₃ = +0,0702 para el centeno
- B₁ = +141,2; B₂ = -2,87; B₃ = +0,025 para Phleum pratense
- B₁ = - 26,2; B₂ = +3,79; B₃ = -0,0357 para el prado natural y *Dactylis glomerata*