

# Digestión ruminal de hierba verde y conservada de prados permanentes de montaña\*

S. LÓPEZ<sup>1</sup>, M. D. CARRO<sup>1</sup>, J. S. GONZÁLEZ<sup>1</sup> y  
F. J. OVEJERO<sup>1</sup>

## RESUMEN

*Se han determinado la composición química y las características de degradación ruminal de 30 muestras de forraje procedentes de los cortes de junio (20) y de septiembre (10) de un prado permanente de regadío. Las muestras de junio fueron analizadas en verde (5) o después de ser conservadas mediante diversos procedimientos (benificación (5), ensilado (5) y deshidratación (5)). En el corte de septiembre, el estudio se llevó a cabo sobre muestras en verde y benificadas. No hubo diferencias en composición química (g/kg MS) entre el forraje verde y el heno, mientras que en el ensilado se observó un incremento en el contenido en proteína bruta (131 vs. 121) y en el de pared celular (533 vs. 470) con respecto al forraje verde. Las muestras procedentes del corte de junio presentaron un mayor contenido en pared celular (479 vs. 440) y un menor contenido en proteína bruta (119 vs. 153) que las de septiembre. Los forrajes desecados (heno y deshidratado) mostraron una menor solubilidad (39,2 y 27,0 vs. 57,2 %), un ritmo de degradación más rápido (0,215 y 0,200 vs. 0,127 h<sup>-1</sup>) y un tiempo de retraso más largo (5,3 y 4,4 vs. 4,1 h) en el inicio de la degradación*

---

\* Proyecto CAICYT 3372/83.

*de los compuestos nitrogenados que los otros tipos de forrajes. La degradabilidad efectiva de la proteína fue más alta en el caso del ensilado (82,0 %), mientras que la deshidratación de la hierba dio lugar a una disminución significativa de la degradabilidad de los compuestos nitrogenados. Los valores de degradabilidad ruminal de la pared celular más altos correspondieron al heno (71,1 %). La degradabilidad y el ritmo de degradación ruminal de los forrajes procedentes del corte de septiembre fueron mayores que los de los forrajes obtenidos en el corte de junio.*

**Palabras clave:** Forrajes conservados. Composición química. Degradación ruminal. Prados permanentes.

## INTRODUCCIÓN

La digestión de los forrajes en el rumen es uno de los factores que tiene una mayor incidencia sobre la utilización de este tipo de recursos por los rumiantes, al estar tanto la digestibilidad como la ingestión voluntaria de este tipo de alimentos relacionados con las características de su degradación ruminal (MICHALET-DOREAU, 1989).

El efecto que los diferentes procedimientos de conservación de los forrajes tienen sobre su digestión ruminal es variable en función de las características del propio forraje y de las condiciones en las que el método se aplique (THOMSON y BEEVER, 1980).

La henificación y el ensilado son los dos procedimientos más ampliamente utilizados en la conservación de forrajes. Además de estos procedimientos básicos, otros métodos, como la deshidratación, han sido utilizados en algunas circunstancias, aunque razones de tipo económico hacen que su uso en los últimos años pueda considerarse como anecdótico.

En la montaña de León, la curva de producción forrajera presenta un máximo en torno a los inicios del verano y, cuando las condiciones son favorables —veranos lluviosos, regadío—, puede presentarse otro máximo al principio de la estación otoñal (GARCÍA et al., 1990).

En los sistemas tradicionales el primer pico de la curva de producción y, en algunos casos el segundo, son utilizados para obtener heno. Con la finalidad de obtener el máximo rendimiento, expresado en kg de materia seca (MS) por unidad de superficie, y de garantizar las mejores condiciones climáticas, el momento del primer corte tiende a retrasarse lo más posible. Este tipo de manejo da lugar a que

la composición del forraje en el momento de la siega se caracterice por un bajo contenido en proteína bruta (PB) y alto en pared celular, lo que da lugar a un heno de baja digestibilidad (CARRO, 1989).

La utilización de otros procedimientos de conservación no tan dependientes de las condiciones ambientales, como puede ser el ensilado, permitiría adelantar el momento en el que se realiza el primer aprovechamiento mediante siega de los prados y la obtención de un forraje de una mayor calidad nutritiva, que redundaría en un mejor aprovechamiento de los recursos de los prados permanentes.

De acuerdo con estos planteamientos y teniendo en cuenta que la información existente para nuestras condiciones es escasa en el caso de los henos e inexistente para los ensilados y otros procedimientos de conservación, en el presente trabajo se determinan las características de degradación en el rumen de forrajes procedentes de prados permanentes, en relación con el método de conservación y con la época de corte.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Forrajes*

Los forrajes procedían de un prado permanente de regadío ubicado en la localidad de Revero en la montaña de la provincia de León a 1.154 m de altitud.

El prado fue dividido en cinco parcelas experimentales realizándose muestreos independientes en cada una de ellas.

La toma de muestras se llevó a cabo el 27 de junio y el 10 de septiembre de 1986 aprovechando, respectivamente, el ciclo primario de crecimiento de las plantas y su rebrote durante el verano.

En el primer caso, el muestreo se realizó sobre la producción total de cada una de las parcelas, obtenida mediante siega mecánica. En septiembre, se realizó el corte mediante tijeras de cuatro cuadrados de 0,5 m de lado situados al azar en cada una de las cinco parcelas. La cantidad total de muestra obtenida fue de 8 kg en el corte de junio y de 2 kg en el de septiembre.

Tras la recogida, las muestras fueron trasladadas inmediatamente al laboratorio para su procesado, que consistió, en primer lugar, en la división y reparto en cuatro y en dos porciones iguales en los cortes de junio y de septiembre respectivamente. En cada uno de los cortes una de las fracciones fue congelada inmediatamente a  $-18^{\circ}\text{C}$  para ser considerada como testigo (hierba verde). En junio, las tres restantes fueron sometidas a tres procedimientos de conser-

vacación: desecación al sol (heno), desecación en estufa de aire forzado a 100° C durante 24 horas (forraje deshidratado) y ensilado al vacío en bolsas de plástico (forraje ensilado). En septiembre la submuestra restante fue henificada.

Las muestras de heno y de hierba deshidratada fueron molidas utilizando un molino de martillos provisto de una malla de 1 mm de diámetro. La hierba congelada y el ensilado fueron liofilizadas y posteriormente molidas de la misma forma que en el caso anterior.

### *Incubación ruminal*

Para la incubación de los forrajes en el rumen se utilizaron bolsitas de fibra sintética (HS013. Henry Simons, Ltd. P. O. Box 31, Stockport, Cheshire) de 12,5 x 10 cm con un tamaño de poro de 50 x 27  $\mu\text{m}$  que eran llenadas con pequeñas cantidades de cada muestra seca y molida, de forma que la cantidad de muestra incubada en cada bolsa fuese de unos 20 mg de MS por  $\text{cm}^2$  de superficie de la misma.

Las incubaciones se realizaron en el rumen de tres ovejas adultas equipadas con una cánula ruminal de 35 mm de diámetro interior, que recibían una ración constituida exclusivamente por heno de alfalfa a nivel de mantenimiento. La ración era distribuida en dos tomas diarias y, en todo momento, los animales dispusieron a voluntad de agua y de un corrector vitamínico mineral.

Las bolsas eran introducidas en el rumen inmediatamente antes de la administración de la comida y retiradas, sucesivamente, una vez transcurridos cada uno de los tiempos de incubación prefijados que, en nuestro caso, fueron 3, 6, 9, 15, 24, 48 y 72 horas. Una vez extraídas, las bolsas eran convenientemente lavadas a mano bajo un chorro de agua fría y secadas en estufa de aire forzado a 60° C durante 48 horas. Posteriormente, eran pesadas para determinar el peso de los residuos para cada tiempo de incubación.

### *Determinaciones analíticas*

Tanto las muestras originales de forraje como las de los residuos de incubación fueron analizadas para determinar su contenido en MS, cenizas y en nitrógeno (N) según los procedimientos convencionales descritos por la AOAC (1975). Las determinaciones de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), celulosa y lignina permanganato se realizaron mediante las técnicas descritas por ROBERTSON y VAN SOEST (1981).

### *Parámetros de degradación ruminal*

Las desapariciones de materia orgánica (MO), N y FND para cada tiempo de permanencia en el rumen fueron expresadas como porcentaje de las cantidades iniciales que, de cada sustrato, fueron inicialmente introducidas en la bolsa. Estas proporciones se denominan tasas absolutas de desaparición para cada tiempo de incubación.

Los parámetros de degradación ruminal fueron estimados por regresión no lineal, ajustando las tasas absolutas de desaparición mediante el siguiente modelo exponencial descrito por Dhanoa (1989):

$$D = A \quad \text{para } t \leq L$$

$$D = A + B (1 - e^{-c[t-L]}) \quad \text{para } t > L,$$

donde  $D$  es la desaparición de sustrato para cada tiempo de incubación  $t$ .  $A$  es la fracción soluble y  $B$  la fracción insoluble pero potencialmente degradable de cada sustrato,  $c$  es el ritmo fraccional de degradación al que se degrada la fracción  $B$ , y  $L$  es el tiempo de retraso en el inicio de la degradación de la fracción  $B$ .

El parámetro que denominaremos degradabilidad potencial se define como la cantidad de sustrato que desaparecería si fuese incubado indefinidamente en el rumen y se corresponde con la suma de las fracciones  $A$  y  $B$ . La degradabilidad efectiva ( $dg$ ) es aquella que se estima teniendo en cuenta el tiempo de retención del forraje en el rumen, según la siguiente expresión matemática establecida por I. McDONALD (1981):

$$dg = A + \frac{Bc}{c + kp} e^{-kpL}$$

donde  $kp$  es el ritmo de paso de la digesta a través del rumen. Para el cálculo de la degradabilidad efectiva asumiremos un tiempo medio de permanencia de la digesta en el rumen de 30 horas ( $kp = 0,033$ ).

### *Análisis estadísticos*

Los datos de composición química y los parámetros de degradación ruminal fueron sometidos a análisis de varianza (STEEL y TORRIE, 1981) con diseños factoriales  $4 \times 5$  (4 métodos de conservación  $\times$  5 parcelas experimentales) y  $4 \times 5 \times 3$  (4 métodos de conservación  $\times$  5 parcelas experimentales  $\times$  3 ovejas) respectivamente.

Paralelamente, para establecer el efecto de la henificación y de la época de corte sobre la composición química y la digestión ruminal de la hierba se realizaron análisis factoriales de la varianza, de acuerdo con un diseño: 2 forrajes (verde vs heno) x 2 épocas de corte (junio vs septiembre) x 5 parcelas experimentales.

La comparación entre medias se realizó mediante el test de Duncan.

## RESULTADOS

### *Composición química*

En la tabla 1 figuran los valores medios de la composición química del forraje verde y de cada uno de los forrajes conservados mediante diferentes procedimientos (henificación, ensilado, deshidratación) correspondientes al primer corte efectuado en el prado (finales de junio).

Tabla 1.—COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE VERDE Y DE LOS FORRAJES CONSERVADOS MEDIANTE DIVERSOS PROCEDIMIENTOS

Composición química de la MS (g/kg)	Verde	Heno	Ensilado	Deshidratado	RSD
MO	912 <sup>c</sup>	907 <sup>b</sup>	897 <sup>a</sup>	911 <sup>c</sup>	2,4
PB	121 <sup>b</sup>	118 <sup>b</sup>	131 <sup>c</sup>	113 <sup>a</sup>	3,8
FND	470 <sup>a</sup>	488 <sup>a</sup>	533 <sup>b</sup>	515 <sup>b</sup>	17,6
FAD	271 <sup>a</sup>	269 <sup>a</sup>	327 <sup>b</sup>	280 <sup>a</sup>	9,9
Lignina	40 <sup>a</sup>	42 <sup>a</sup>	64 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	5,7

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b,c = Dentro de cada fila los valores con distinto exponente difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

Como puede observarse en esta tabla los cambios en la composición química determinados por la henificación fueron pequeños y casi nunca llegaron a alcanzar el nivel de significación estadística. Por el contrario, el ensilado de la hierba supuso un descenso en el contenido en MO y un incremento en el de PB y en el de pared celular y sus componentes, mientras que la deshidratación dio lugar a un descenso en el contenido en PB y a un aumento en los contenidos de FND, FAD y lignina.

Los resultados relativos a la composición química de los forrajes procedentes del primer corte (junio) y del segundo corte (septiembre), así como los valores medios de los forrajes verde y henificado de ambos cortes figuran en la tabla 2.

Tabla 2.—VALORES MEDIOS DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS FORRAJES PROCEDENTES DE LOS CORTES DE JUNIO Y DE SEPTIEMBRE Y DE LOS FORRAJES VERDE Y HENIFICADO CORRESPONDIENTES A AMBOS CORTES

Composición química de la MS (g/kg)	Verde	Heno	Junio	Septiembre	RSD
MO	902 <sup>b</sup>	892 <sup>a</sup>	909 <sup>a</sup>	885 <sup>b</sup>	9,7
PB	136 <sup>a</sup>	137 <sup>a</sup>	119 <sup>a</sup>	153 <sup>b</sup>	6,4
FND	446 <sup>a</sup>	473 <sup>b</sup>	479 <sup>b</sup>	440 <sup>a</sup>	19,2
FAD	263 <sup>a</sup>	267 <sup>a</sup>	270 <sup>b</sup>	259 <sup>a</sup>	7,4
Lignina	37 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	6,7

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b = Dentro de cada fila y de cada procedimiento de conservación y época de corte los valores con distinto exponente son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Los forrajes procedentes del corte de verano tienen un mayor contenido en MO, FND y FAD y un menor contenido en PB que los obtenidos a partir del rebrote de otoño.

La introducción de los datos correspondientes al corte de septiembre en la comparación entre forraje verde y heno, no supuso ninguna modificación con respecto a los resultados obtenidos anteriormente (tabla 1), si bien las diferencias entre ambos forrajes en el contenido en FND fueron más amplias y llegaron a alcanzar el nivel de significación estadística ( $P < 0,05$ ), siendo debidas a diferencias en los contenidos en hemicelulosas, ya que no hubo diferencias entre ambos tipos de forraje ni en el contenido en FAD, ni en el de lignina.

### *Digestión ruminal*

Las características de degradación ruminal —solubilidad ruminal, tiempo de retraso en el inicio de la degradación y ritmo fraccional de degradación— de los forrajes conservados y del forraje verde figuran en la tabla 3. De forma similar, en la tabla 4 se muestran los valores medios de estos mismos parámetros de digestión ruminal para los forrajes utilizados para el análisis del efecto de la henificación y de la época de corte.

Como puede apreciarse en la tabla 3, la conservación de los forrajes determinó un descenso en la solubilidad ruminal de la MO, siendo este efecto más pronunciado en el caso del ensilado y del forraje deshidratado. La solubilidad del N fue mayor en los forrajes verde y ensilado y menor en el forraje desecado en estufa, ocupando el heno una posición intermedia.

Tabla 3.—SOLUBILIDAD RUMINAL, TIEMPO DE RETRASO Y RITMO FRACCIONAL DE DEGRADACION DE DIVERSAS FRACCIONES QUIMICAS DE FORRAJES CONSERVADOS MEDIANTE DISTINTOS PROCEDIMIENTOS

Item	Verde	Heno	Ensilado	Deshidratado	RSD
<i>Fracción soluble (%)</i>					
MO	41,2 <sup>c</sup>	37,1 <sup>b</sup>	32,4 <sup>a</sup>	31,2 <sup>a</sup>	2,52
Nitrógeno	57,2 <sup>c</sup>	39,2 <sup>b</sup>	55,7 <sup>c</sup>	27,0 <sup>a</sup>	6,22
<i>Tiempo de retraso (h)</i>					
Nitrógeno	4,1 <sup>b</sup>	5,3 <sup>c</sup>	1,6 <sup>a</sup>	4,4 <sup>b</sup>	1,01
FND	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	1,45
<i>Ritmo fraccional de degradación (h<sup>-1</sup>)</i>					
MO	0,107 <sup>ab</sup>	0,131 <sup>b</sup>	0,089 <sup>a</sup>	0,119 <sup>b</sup>	0,0316
Nitrógeno	0,127 <sup>a</sup>	0,215 <sup>c</sup>	0,165 <sup>ab</sup>	0,200 <sup>bc</sup>	0,0562
FND	0,099 <sup>ab</sup>	0,118 <sup>b</sup>	0,090 <sup>a</sup>	0,116 <sup>b</sup>	0,0329

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b,c = Dentro de cada fila los valores con distinto exponente son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

El tiempo de retraso en el inicio de la degradación de los compuestos nitrogenados fue más corto para el forraje ensilado y más largo para el heno. No hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos en los valores de tiempo de retraso para la FND.

Los forrajes desecados mostraron, en general, ritmos de degradación ruminal más rápidos que los otros tipos de forraje.

Como puede observarse en la tabla 4, la comparación de los valores medios de solubilidad ruminal, tiempos de retraso y ritmos de digestión entre los forrajes verdes y los henos es muy similar a la observada en la tabla 3, en la que sólo se reflejan los valores obtenidos para los forrajes procedentes del corte de junio.

Por otra parte, en la tabla 4 puede apreciarse que los forrajes procedentes del corte de septiembre mostraron una mayor solubilidad ruminal de la MO y del N y un ritmo de degradación de los compuestos nitrogenados más lento que los obtenidos en junio. No hubo, sin

embargo, un efecto significativo de la época de corte sobre los ritmos de degradación de la MO y de la pared celular, ni sobre los tiempos de retraso en el inicio de la degradación ruminal de los compuestos nitrogenados y de la FND.

Tabla 4.—VALORES MEDIOS DE SOLUBILIDAD RUMINAL, TIEMPO DE RETRASO Y RITMO FRACCIONAL DE DEGRADACION DE DIVERSAS FRACCIONES QUIMICAS DE LOS FORRAJES PROCEDENTES DE LOS CORTES DE JUNIO Y DE SEPTIEMBRE Y DE LOS FORRAJES VERDE Y HENIFICADOS CORRESPONDIENTES A AMBOS CORTES

Item	Verde	Heno	Junio	Septiembre	RSD
<i>Fracción soluble (%)</i>					
MO	41,8 <sup>b</sup>	39,3 <sup>a</sup>	39,2 <sup>a</sup>	41,9 <sup>b</sup>	2,66
Nitrógeno	55,1 <sup>b</sup>	46,4 <sup>a</sup>	48,2 <sup>a</sup>	53,3 <sup>b</sup>	5,41
<i>Tiempo de retraso (h)</i>					
Nitrógeno	4,2 <sup>a</sup>	5,4 <sup>b</sup>	4,7 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	1,27
FND	5,2 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	1,97
<i>Ritmo fraccional de degradación (h<sup>-1</sup>)</i>					
MO	0,111 <sup>a</sup>	0,125 <sup>a</sup>	0,119 <sup>a</sup>	0,116 <sup>a</sup>	0,0394
Nitrógeno	0,141 <sup>a</sup>	0,172 <sup>b</sup>	0,171 <sup>b</sup>	0,143 <sup>a</sup>	0,0435
FND	0,103 <sup>a</sup>	0,115 <sup>a</sup>	0,109 <sup>a</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,0430

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b = Dentro de cada fila y de cada procedimiento de conservación y época de corte los valores con distinto exponente son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

En la tabla 5 figuran los valores medios de degradabilidad potencial y efectiva de las fracciones químicas estudiadas en relación con el procedimiento de conservación de los forrajes. Siguiendo el mismo esquema, en la tabla 6 se muestran las diferencias entre forraje verde y heno y entre épocas de corte en estos parámetros de amplitud de degradación.

La henificación supuso un aumento de la amplitud de degradación de la pared celular y una disminución de la degradabilidad efectiva de los compuestos nitrogenados. Por su parte, los forrajes ensilados mostraron los valores más bajos de degradabilidad (potencial y efectiva) de la MO y de la pared celular, mientras que, por otro lado, el ensilado determinó un incremento en la degradabilidad efectiva de la PB. El efecto más manifiesto de la deshidratación de la hierba fue sobre la degradabilidad de los compuestos nitrogenados, de forma que los valores más bajos de este parámetro correspondieron a los forrajes desecados en estufa.

Tabla 5.—DEGRADABILIDAD POTENCIAL Y EFECTIVA DE LAS DIVERSAS FRACCIONES QUIMICAS PARA LOS FORRAJES CONSERVADOS MEDIANTE DISTINTOS PROCEDIMIENTOS

Item	Verde	Heno	Ensilado	Deshidratado	RSD
<i>Degradabilidad potencial (%)</i>					
MO	79,8 <sup>c</sup>	81,1 <sup>c</sup>	75,2 <sup>a</sup>	76,7 <sup>b</sup>	1,83
Nitrógeno	90,2 <sup>c</sup>	89,5 <sup>bc</sup>	88,8 <sup>b</sup>	83,4 <sup>a</sup>	1,39
FND	65,3 <sup>c</sup>	68,7 <sup>d</sup>	59,1 <sup>a</sup>	61,8 <sup>b</sup>	3,20
<i>Degradabilidad efectiva (%) *</i>					
MO	65,5 <sup>c</sup>	66,4 <sup>c</sup>	60,0 <sup>a</sup>	61,3 <sup>b</sup>	1,21
Nitrógeno	79,7 <sup>c</sup>	75,3 <sup>b</sup>	82,0 <sup>d</sup>	68,2 <sup>a</sup>	1,18
FND	42,8 <sup>b</sup>	48,1 <sup>c</sup>	39,2 <sup>a</sup>	42,7 <sup>b</sup>	1,98

\* Para un tiempo medio de permanencia de la digesta en el rumen de 30h (ritmo de paso = 0,033).

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b,c,d = Dentro de cada fila los valores con distinto exponente son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

En la tabla 6 puede observarse que mientras que no hubo diferencias entre el heno y el forraje verde en la degradabilidad potencial de la proteína, la degradabilidad efectiva de los compuestos nitrogenados fue significativamente mayor ( $P < 0,001$ ) en los forrajes verdes. Por contra, tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la pared celular tomaron los valores más altos en el caso de los forrajes henificados.

Tabla 6.—VALORES MEDIOS DE DEGRADABILIDAD POTENCIAL Y EFECTIVA DE LAS DIVERSAS FRACCIONES QUIMICAS DE LOS FORRAJES PROCEDENTES DE LOS CORTES DE JUNIO Y DE SEPTIEMBRE Y DE LOS FORRAJES VERDE Y HENIFICADO CORRESPONDIENTES A AMBOS CORTES

Item	Verde	Heno	Junio	Septiembre	RSD
<i>Degradabilidad potencial (%)</i>					
MO	82,5 <sup>a</sup>	82,6 <sup>a</sup>	80,4 <sup>a</sup>	84,6 <sup>b</sup>	1,42
Nitrógeno	90,9 <sup>a</sup>	90,6 <sup>a</sup>	89,8 <sup>a</sup>	91,6 <sup>b</sup>	1,11
FND	69,2 <sup>a</sup>	71,1 <sup>b</sup>	67,0 <sup>a</sup>	73,3 <sup>b</sup>	2,79
<i>Degradabilidad efectiva (%) *</i>					
MO	67,8 <sup>a</sup>	67,4 <sup>a</sup>	66,0 <sup>a</sup>	69,2 <sup>b</sup>	1,30
Nitrógeno	80,2 <sup>b</sup>	77,0 <sup>a</sup>	77,5 <sup>a</sup>	79,7 <sup>b</sup>	1,30
FND	45,4 <sup>a</sup>	49,5 <sup>b</sup>	45,5 <sup>a</sup>	49,4 <sup>b</sup>	2,34

\* Para un tiempo medio de permanencia de la digesta en el rumen de 30h (ritmo de paso = 0,033).

RSD = Desviación Estándar Residual.

a,b = Dentro de cada fila y de cada procedimiento de conservación y época de corte los valores con distinto exponente son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Los forrajes recogidos en junio mostraron una menor degradabilidad potencial y efectiva de todas las fracciones químicas analizadas que los procedentes del rebrote de septiembre, como se desprende de los valores medios para ambas épocas de corte que se señalan en la tabla 6.

## DISCUSIÓN

El hecho de que el primer aprovechamiento de los prados (corte de junio) se realice bajo el criterio de maximizar la producción de hierba determina que se tienda a retrasar el momento de la siega. Como consecuencia de este retraso, las plantas presentan un grado de madurez avanzado en el momento del corte, con un predominio de los tallos sobre las hojas. Paralelamente, la composición botánica del prado presentará una mayor proporción de gramíneas, por su mayor desarrollo relativo. Este criterio no es aplicable en el segundo corte del prado (rebrote de septiembre) en el que el grado de desarrollo de las plantas no es tan avanzado y las diferencias entre las proporciones de gramíneas y de leguminosas son más estrechas (CALLEJA et al., 1980).

Las diferencias entre ambos cortes en el grado de madurez de las plantas y en las proporciones de gramíneas y leguminosas explicarían las diferencias en la composición química observadas entre los forrajes procedentes de ambos cortes (BEEVER et al., 1978).

Al mismo tiempo, esas mismas diferencias en el grado de madurez y en la composición botánica entre forrajes procedentes de una u otra siega propiciarían la mayor solubilidad y degradabilidad rumiales observada en los forrajes obtenidos en septiembre. No parece existir, sin embargo, una explicación biológica que justifique las diferencias observadas entre cortes en el ritmo de degradación ruminal de las materias nitrogenadas.

Antes de discutir el efecto del método de conservación hay que señalar que en este estudio se considera como representante del forraje verde al forraje que ha sido sometido a congelación. A pesar de que este procedimiento puede afectar a alguno de los aspectos considerados en el presente trabajo, hay que destacar que en la valoración de forrajes verdes, con mucha frecuencia, es necesario recurrir a una solución de compromiso (ULYATT y JOHN, 1983) para rellenar la laguna existente entre el momento de obtención de las muestras y la realización de las pruebas.

El escaso efecto de la henificación sobre la composición química de los forrajes coincide con lo observado por la mayoría de los autores (JARRIGE et al., 1982; WILKINS, 1988), que han puesto de manifiesto que, cuando las condiciones en que se lleva a cabo el proceso son óptimas, la magnitud de las modificaciones que pueden tener lugar tanto por procesos enzimáticos como por pérdidas mecánicas es mínima y, consecuentemente, existe gran similitud entre los valores de composición química del heno y los del forraje verde del cual procede. Por el contrario, el efecto de la deshidratación y del ensilado, aunque pequeño, fue más manifiesto, encontrándose los valores obtenidos dentro del rango de los observados por otros autores (JARRIGE et al., 1982). Este efecto obedece a la pérdida de compuestos solubles y volátiles que puede tener lugar cuando la hierba es sometida a uno de estos procedimientos de conservación (PRYM y WEISSBACH, 1977; P. McDONALD, 1981).

Los cambios en la composición química como consecuencia del método utilizado para conservar los forrajes no son sólo cuantitativos, ya que ejercen un efecto de tipo cualitativo que puede afectar a la solubilidad ruminal de los componentes químicos de los forrajes conservados. De estos efectos, el más acusado es la reducción en la solubilidad de los compuestos nitrogenados que puede apreciarse en los forrajes deshidratados (THOMSON y BEEVER, 1980).

La reducción en el tiempo de retraso en el inicio de la degradación ruminal de la PB experimentada por el ensilado puede ser debida a que los procesos de fermentación que tienen lugar en el silo determinen una degradación inicial de los compuestos nitrogenados (P. McDONALD, 1981). Sin embargo, ningún proceso de conservación parece afectar de forma significativa al tiempo de retraso en el inicio de la digestión de los componentes de la pared celular y, de hecho, no se han observado diferencias entre heno y ensilado en los procesos de adherencia y colonización microbiana estudiados mediante técnicas microscópicas (THIAGO, 1988).

Las diferencias que hemos obtenido en los ritmos fraccionales de degradación de las fracciones químicas analizadas discrepan con lo observado por otros autores (THOMAS et al., 1980; THIAGO, 1988) que no observaron diferencias en dicho parámetro como consecuencia de los procesos de conservación.

NOCEK y GRANT (1987) observaron diferencias significativas entre henos y forrajes ensilados con diferentes contenidos en MS en el ritmo fraccional de degradación de la PB y de la FND, pero las diferencias eran de un signo o de otro dependiendo de la composición botánica de los forrajes conservados. Es posible que el efecto del pro-

ceso de conservación sobre el ritmo de digestión de los forrajes dependa de la medida en que se modifique la relación celulosa/hemicelulosas durante los procesos de conservación, pero los cambios en dicha relación pueden ser muy distintos en cada especie botánica, lo que explicaría que la henificación y el ensilado puedan tener efectos dispares sobre los ritmos de digestión dependiendo de cuál sea la especie vegetal que predomine en la composición botánica del forraje. En nuestro caso, es difícil interpretar las diferencias entre métodos de conservación en los ritmos de digestión, sobre todo porque la composición botánica de los prados permanentes de montaña se caracteriza por una gran diversidad (GARCÍA et al., 1990).

Además, es posible que la dieta basal que recibieron los animales canulados haya podido afectar a los resultados obtenidos. La ración estaba constituida, como ya ha sido mencionado previamente, exclusivamente por un heno de alfalfa, y podría argüirse que la microflora ruminal puede haberse adaptado a este tipo de forraje seco, encontrando cierta dificultad inicial en los procesos de adherencia y colonización cuando en las bolsas de fibra sintética se incuban sustratos de otra naturaleza, como el forraje verde o el ensilado. Esta circunstancia debería ser comprobada mediante otras pruebas «in vitro» e «in situ» y, en caso de confirmarse, supondría que para conseguir una estimación precisa de las características de degradación ruminal de un determinado forraje sería necesario que la dieta basal estuviese constituida por el mismo forraje que se incubaba. No obstante, esto complicaría enormemente la técnica «in situ», por lo que lo más habitual es que, al igual que nosotros, se emplee una única ración basal con el objeto de obviar una fuente de variación adicional y de que todos los forrajes sean incubados en las mismas condiciones ruminales que, por otra parte, no deben ser limitantes (en N o en otros nutrientes) para los microorganismos.

La elección de un solo ritmo de paso para el cálculo de la degradabilidad efectiva se basa en el hecho de que no parece existir un efecto del método de conservación de los forrajes sobre la cinética de su tránsito a lo largo del aparato digestivo (THIAGO, 1988). Obviamente, otras fuentes de variación, como puede ser el nivel de ingestión, sí que tendrían un claro efecto sobre dichos valores.

La disminución en la degradabilidad (potencial y efectiva) de la proteína que se produce en el forraje deshidratado es una consecuencia del tratamiento térmico que sufren las proteínas (THOMSON y BEEVER, 1980) que reduce su solubilidad e induce a la formación de enlaces con los polisacáridos de la pared que son muy resistentes a la actividad enzimática. El calor produce un incremento en el

contenido en N asociado a la FAD y, por lo tanto, en la fracción nitrogenada absolutamente indegradable (PICHARD y VAN SOEST, 1977).

La degradabilidad efectiva de la proteína fue más alta para los forrajes verdes y para los ensilados, como consecuencia de que en estos forrajes la solubilidad del N fue sensiblemente mayor.

Cuando tienen lugar con normalidad y en condiciones no adversas, los procesos de conservación de los forrajes no producen modificaciones en los componentes de la pared celular, por lo que cabría esperar que no presentasen diferencias significativas en la degradabilidad ruminal tanto de la MO como de la FND. Sin embargo, hemos observado que las diferencias entre métodos de conservación en estos parámetros fueron significativas.

El ensilado presenta una menor degradabilidad de la pared celular porque, aparentemente, el grado de lignificación de dicha pared parece ser mayor en estos forrajes que en el resto.

Es difícil encontrar una interpretación biológica para justificar que los henos presentasen una mayor degradabilidad de la pared celular que los otros forrajes, sobre todo teniendo en cuenta que esto sólo se produce con los forrajes recogidos en junio, ya que no hubo diferencias entre el forraje verde y el heno obtenidos en septiembre en los valores de dicho parámetro (73,1 vs 73,5). A la vista de los datos de composición puede argumentarse que la mayor degradabilidad de la pared celular de los henos podría estar asociada a que el contenido en hemicelulosas de la pared celular es más alto que en los otros forrajes, ya que, por un lado, es la única diferencia significativa en composición química que pudo apreciarse entre forraje verde y heno y, por otra parte, cuando se determinó la degradabilidad potencial de la FAD no se observaron diferencias en este parámetro entre ambos tipos de forraje (67,0 para el forraje verde vs 67,8 para el heno).

No obstante, es posible que los procesos de conservación ocasionen cambios en la estructura química y en la organización de la pared celular que no se cuantifican mediante las técnicas analíticas convencionales pero que pueden afectar a su susceptibilidad a la digestión ruminal (MERTENS, 1977; CHESSON et al., 1983).

## CONCLUSIONES

Una visión global de nuestros resultados indica que tanto las diferencias entre forrajes conservados como en su comparación con el

forraje verde del cual proceden, aun siendo a veces estadísticamente significativas, no parecen ser lo suficientemente consistentes para que su repercusión nutritiva sea importante. En nuestra opinión, esto puede deberse, bien a que realmente los procesos de conservación de los forrajes, cuando tienen lugar en condiciones no adversas, tengan una escasa influencia sobre su degradación ruminal, o bien a que la técnica de incubación «in situ» no sea lo suficientemente sensible como para poner de manifiesto las posibles diferencias.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en las instalaciones de la Estación Agrícola Experimental de León del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, procediendo las muestras de un prado en el que otros miembros de nuestro Departamento (CALLEJA et al.) llevaban a cabo un estudio de producción y composición botánica.

Aceptado para su publicación, el 21-1-91

## BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1975 *Official methods of analysis of the Association of official Agricultural Chemists. Tenth Edition.* Washington.
- BEEVER, D. E.; TERRY, R. A.; CAMMELL, S. B. y WALLACE, A. S., 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. *J. agric. Sci., Camb.*, 90: 463-470.
- CALLEJA, A.; RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T. y SUÁREZ, A., 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *An. Fac. Vet. León*, 26: 55-63.
- CARRO, M. D., 1989. *Utilización digestiva e ingestión voluntaria de diferentes henos por el ganado ovino.* Tesis doctoral. Universidad de León.
- CHESSON, A.; GORDON, A. H. y LOMAX, J. A., 1983. Substituents groups linked by alkali-labile bounds to arabinose and xilose residues of legume, grass and cereal straw cell walls and their fate during digestion by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.*, 34: 1330-1340.
- DHANO, M. S., 1988. On the analysis of dacron bag data for low degradability feeds. *Grass and Forage Sci.*, 43: 441-444.
- GARCÍA, R.; MORO, A.; PÉREZ-PINTO, J. E.; PÉREZ-PINTO, T. y CALLEJA, A., 1990. Composición botánica y producción de prados permanentes de montaña. *Pastos*, XX: En prensa.
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C. y DULPHY, J. P., 1982. Forage conservation. En: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, pp: 363-387. Ed. J. B. Hacker. C. A. B. England.

- MCDONALD, I., 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. agric. Sci., Camb.*, 96: 251-252.
- MCDONALD, P., 1981. *The biochemistry of silage*. John Wiley and Sons. Chichester.
- MERTENS, D. R., 1977. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Fedn. Proc.*, 36: 187-192.
- MICHALET-DOREAU, B., 1989. Use «in sacco» method to predict the feeding value of forage. XVI International Grassland Congress, Nice, 1850-1852.
- NOCEK, J. E. y GRANT, A. L., 1987. Characterisation of «in situ» nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. *J. Anim. Sci.*, 64: 552-564.
- PICHARD, G. y VAN SOEST, P. J., 1977. Protein solubility of ruminant feeds. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, 91-98.
- PRYM, R. y WEISSBACH, F., 1977. Changes in feeding value of preserved grass and legumes by the action of high temperatures. *Proc. 13th International Grassland Congress, Leipzig*: 1387-1389.
- ROBERTSON, J. B. y VAN SOEST, P. J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. En: *The Analysis of Dietary Fiber in Food*, pp. 123-158. Ed. W. P. T. James y O. Theander. Marcel Dekker. New York.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H., 1981. *Principles and Procedures of Statistics*, McGraw Hill Book Company Inc. New York.
- THIAGO, L. R. L., 1988. *Voluntary intake of forages by ruminants: factors related to eating behavior and rumen fill*. Ph. D. Thesis. University of Reading. England.
- THOMAS, P. C.; KELLY, N. C. y CHAMBERLAIN, D. G., 1980. Silage. *Proc. Nutr. Soc.*, 39: 257-264.
- THOMSON, D. J. y BEEVER, D. E., 1980. The effect of conservation and processing on the digestion of forages by ruminants. En: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, pp. 291-308. Ed. Y. Ruckebusch y P. Thiend. MTP Press. Ltd. Lancaster.
- ULYATT, M. J. y JOHN, A., 1983. Evaluation of fresh herbage. En: *Feed Information and Animal Production*, pp. 255-258. Ed. G. E. Robards y R. G. Packham. C. A. B. Farnham Royal, Slough, U. K.
- WILKING, R. J., 1988. The preservation of forages. En: *Feed Science. World Animal Science, B4*, pp. 231-251. Ed. E. R. Orskov. Elsevier. Amsterdam.

## SUMMARY

### CHEMICAL COMPOSITION AND RUMEN DEGRADATION CHARACTERISTICS OF FORAGES FROM PERMANENT MEADOWS

The chemical composition and the rumen degradation characteristics of 30 forage samples from five plots of a permanent meadow have been determined. The forages were harvested either in June —primary growth—

(20) or subsequently in September —Summer regrowth— (10). The samples from the June cut were preserved by different procedures: freeze drying —fresh forage— (5), sun curing —hay— (5), oven drying —dehydrated forage— (5) and ensiling in plastic bags —silage— (5). Herbage from the Summer regrowth were conserved either as fresh forage (5) or as hay (5). There were not differences in the chemical composition (g/kg DM) between fresh forage and hay, while silages had higher crude protein (131 vs. 121) and cell wall contents (533 vs. 470) than did fresh forages. Forages harvested in June had higher neutral detergent fiber (479 vs. 440) and lower crude protein (119 vs. 153) contents than those harvested in September. The protein degradation in the rumen of the dried forages (hay and dehydrated) was characterized by a lower solubility (39.2, 27.0 vs. 57.2 %), a faster degradation rate (0.215, 0.200 vs. 0.127<sup>h<sup>-1</sup></sup>) and a longer lag time (5.3, 4.4 vs. 4.1 h) than the other preserved forages. The silage has the highest (82.0 %) and the dehydrated forage the lowest (68.2 %) values for the effective nitrogen degradability. The highest values for the cell wall degradability were observed in the sun cured forages (71.1 %). Forages harvested in June showed a slower rate and a lower potential degradability than those harvested in September.

**Key words:** Preserved forages. Chemical composition. Ruminal degradation. Permanent meadows.