

ESTUDIOS SOBRE LOS HENOS DE LA MONTAÑA LEONESA

II. Digestibilidad "in vivo" e "in vitro" y valoración energética

Por J. R. Guedas
F. J. Ovejero
E. Zorita.
C. Carpintero
A. Suárez.

I. INTRODUCCION

En el primer trabajo de esta serie se hizo un estudio de la composición química de 50 muestras de heno procedentes de diversas localidades de la Montaña leonesa.

Con el fin de ampliar el conocimiento del valor nutritivo de los henos de dicha zona natural, en el presente trabajo se llevaron a cabo cuatro pruebas de digestibilidad en corderos, (como es bien sabido la digestibilidad es muy semejante en óvidos y bóvidos) realizándose también la determinación de la energía bruta, digestible y metabolizable de los mismos. Las cuatro muestras pueden considerarse típicas de los henos de la zona.

Simultáneamente con estas pruebas de digestibilidad «in vivo» se realizaron, con los mismos henos, cuatro experimentos de digestibilidad «in vitro» con el fin de comparar los resultados con los obtenidos en la digestibilidad «in vivo» y observar la relación entre ambos, ya que la posibilidad de determinar de forma aceptable el valor nutritivo de un

heno mediante pruebas «in vitro», representaría obtener resultados en un corto espacio de tiempo permitiendo con toda rapidez aconsejar al ganadero sobre la calidad de los henos obtenidos en su explotación y su uso adecuado.

II. MATERIAL Y METODOS

En este trabajo se utilizaron diez corderos machos, castrados, de raza Churra procedentes de una misma ganadería, con edades comprendidas entre uno y medio y dos y medio años y adquiridos en Villabazur de Campos (Valladolid).

Todos los animales se encontraban en perfectas condiciones sanitarias y de desarrollo. Cada una de las cuatro pruebas de digestibilidad y balance de energía se realizó con tres corderos y en jaulas metabólicas de madera del modelo Bratzler descritas por nosotros en anteriores trabajos, con modificaciones en el sistema de recogida de heces y orina. Se dispuso de arneses cuyo modelo fue proporcionado por el Institut für Tierernährung der F. A. L. de Braunschweig (Alemania). Las bolsas de recogida de heces están hechas en lona impermeabilizada, con un aro metálico en su parte superior que permite una perfecta adaptación al cuerpo del animal mientras en su extremo inferior van provistas de una abertura con solapa que cierra mediante «clips» y permite un perfecto vaciado en el momento de la recogida.

La orina fue recogida mediante un embudo de goma colocado en la región ventral del animal de forma tal que el prepucio queda introducido en el mismo. Este embudo se prolonga por un tubo de goma que conduce la orina a una botella de recogida de dos litros de capacidad, sujeta a una de las patas de la jaula. La sujeción al animal, tanto de la bolsa receptora de heces como del embudo, se realiza mediante una serie de correas con hebillas perfectamente adaptables al tamaño del animal, impidiéndose de este modo la desituación de aquéllos.

Los cuatro henos estudiados, recolectados en la primera quincena de julio de 1965, fueron denominados A, B, C y D y procedían respectivamente de prados naturales de Cofiñal, Puebla de Lillo, Vegamián y Lillo, localidades todas ellas ubicadas en la zona denominada Montaña leonesa. Las cantidades de henos utilizadas (40 kilogramos de cada uno de ellos), fueron recogidas en heniles procurando que las muestras

fueran lo más homogéneas posible dentro de cada henil y representativas del alimento que realmente reciben los animales durante la invernada.

Los resultados analíticos para cada uno de los henos se expresan en la Tabla I.

Cada experimento tuvo una duración total de veinte días, diez días de período previo y diez días de colección, durante los cuales los animales permanecieron en las jaulas metabólicas donde se les suministró agua a libre disposición y 800 gramos diarios de heno distribuidos en tres tomas. Para cada heno se utilizaron tres animales.

Durante el período de colección, todas las mañanas a hora fija y previamente a la administración del heno, eran retiradas las heces y orinas correspondientes a las veinticuatro horas precedentes.

Las heces de cada cordero eran desecadas durante veinticuatro horas en estufa de circulación forzada a 60°C. y se iban almacenando una vez desecadas en un recipiente de plástico con tapa, con lo que al final de la fase de colección en cada uno de los recipientes se encontraban la totalidad de las heces eliminadas por cada cordero en la fase de colección. Finalizado el experimento, se procedió al pesado de las heces y a la obtención de una muestra media en cantidad de unos 600 gramos donde se determinó la humedad, así como la composición química una vez molturadas. Estas muestras molidas eran conservadas en botes de plástico provistos de un cierre a rosca.

También diariamente, como se ha dicho, era recogida la orina excretada durante las veinticuatro horas precedentes. En las botellas de recogida de dos litros de capacidad se colocaba una determinada cantidad de una solución de ácido sulfúrico al 25 por 100 con la finalidad de fijar el nitrógeno logrando una acidificación de la orina eliminada durante las veinticuatro horas. Para conocer el volumen de ácido sulfúrico a añadir en cada frasco, durante el período previo se valoró la alcalinidad de la orina de los distintos corderos.

La orina de cada cordero, recogida diariamente, era trasvasada a una botella de plástico de 15 litros de capacidad permaneciendo en una cámara frigorífica a — 25° C.

Se obtenía así en cada botella la cantidad total de orina eliminada por cada animal en el período de colección. Al finalizar el experimento la orina era descongelada, homogeneizada y pesada tomando una muestra media de unos 250 cc. que se conservaban congelados hasta el momento de realizar los análisis pertinentes.

Los métodos analíticos seguidos con el fin de determinar la composición química de los henos y heces en los distintos experimentos fueron, en líneas generales, los indicados por la A. O. A. C. (1965) normalmente utilizados en nuestros laboratorios siguiendo las normas establecidas para la toma de muestras con el fin de lograr una muestra media representativa del total en cada caso y realizando cada análisis por duplicado.

La sustancia seca se determinó sometiendo la muestra a la acción de una temperatura de 102°C en estufa de aire hasta peso constante.

Para la determinación de la proteína bruta ($N \times 6,25$) se aplicó la técnica de Kjeldahl.

Las cenizas se determinaron por incineración en horno de mufla a 550°C de una muestra de 3-5 gramos en crisol de porcelana previamente calentado al rojo, enfriado y tarado.

La grasa bruta se determinó mediante extracción por éter etílico en el extractor Soxhlet durante seis horas.

Para la obtención de la fibra bruta se sometió la muestra finamente molida a la acción sucesiva de una solución de ácido sulfúrico y otra de hidróxido sódico en ebullición durante 30 minutos con posterior lavado, filtrado y desecado a 150°C pesando antes y después de proceder a su incineración en mufla a 550°C.

Las materias extractivas libres de nitrógeno se calcularon por diferencia.

La celulosa se determinó por el método de Kuschner y Hanack según ha sido descrito por BECKER (1961). Para la determinación de la lignina se siguió prácticamente el método indirecto de la A. O. A. C. (1965). Para las pentosanas se siguió el método de Tollens Kreber. La descripción más detallada de estas tres últimas técnicas ha sido hecha en nuestros trabajos anteriores (SUAREZ y col. 1962).

Con el fin de conocer el valor de los henos en energía digestible y en energía metabolizable, es necesario determinar la energía bruta de los henos ingeridos, de los restos en caso de existir, de las heces excretadas, de la orina y del metano producido. Se dispuso para estas determinaciones de una bomba calorimétrica adiabática IKA de la firma JANKE y KUNKEL. Fue utilizado ácido benzoico puro especial para la determinación del equivalente en agua de la bomba calorimétrica.

La determinación de la energía bruta de los henos se realizó partiendo de la muestra media molida de cada uno de ellos pesando canti-

dades de alrededor de 1,5 grs que transformados en pastillas, fueron pesadas posteriormente con exactitud y quemadas finalmente en la bomba. Se consideraban los resultados definitivos cuando se obtenían triplicados con valores con un error no superior al 0,5 por 100, adecuado según BLAXTER (1966), para los balances de energía.

La energía bruta de las heces se calculó de forma semejante a como se hizo con los henos. Se utilizaban igualmente cantidades aproximadas de 1,5 gramos de las heces desecadas a 60°C con las que se fabricaban las pastillas con un peso conocido que eran sometidas a combustión en la bomba calorimétrica. No obstante ser un tema debatido la desecación o no de las heces para determinar su calor de combustión debido a la posibilidad de pérdidas en carbono y nitrógeno, hemos considerado este sistema como el más adecuado, ya que otros métodos recomendados, tampoco pueden ser considerados superiores en sus resultados.

Puesto que la cantidad de ácido nítrico formado durante la combustión de las pastillas, tanto de los henos como heces, es prácticamente insignificante debido a no poseer aquéllos un alto contenido en proteína, no se ha tenido en cuenta la corrección pertinente para los ácidos.

A pesar de existir diversas técnicas de preparación de la orina para someterla a la combustión en la bomba, nosotros, basados en las ventajas y los resultados óptimos obtenidos por diversos autores PALADINES y col. (1964), SCHNEIDER (1965), DURNIN (1965), hemos utilizado orina previamente liofilizada. Utilizamos cantidades de 15-20 granos de orina descongelada que eran colocados en un frasco de vidrio de 100 cc. de capacidad provistos de tapón de goma. Esta orina era trasladada al liofilizador y finalmente los frascos eran cerrados al vacío. Conociendo el peso del frasco con tapón más el liofilizado y restando el peso de la tara, por diferencia se conocen los sólidos contenidos en los gramos de orina que se liofilizó y mediante una regla de tres podemos calcular los sólidos por cien gramos de orina fresca.

Para la combustión de la orina en la bomba se pesó el polvo directamente sobre el crisol, efectuándose una corrección para el ácido sulfúrico formado durante la combustión, (restar 0,73 calorías por cada miligramo de ácido sulfúrico formado) y expresando finalmente el contenido energético en Kcal. por 100 gramos de orina fresca. Las determinaciones energéticas en orina se realizaron también por triplicado aceptando un error máximo del 1 por 100 entre las tres determinaciones.

TABLE I

Composición química y energía bruta de los Henos A B C D expresado en % de sustancia seca

Heno	Hum.	S.O.	Cen.	G.B.	F.B.	P.B.	E. L. N.	Cel.	Lig.	Pent.	E. Bruta Kcal/Kg. S. S.
A	10,79	92,96	7,04	4,47	33,48	10,79	44,22	35,35	8,93	17,92	4,481
B	10,19	92,74	7,26	3,90	35,43	10,32	43,09	37,85	10,62	19,11	4,427
C	8,89	94,02	5,98	4,51	29,31	9,07	51,13	34,53	10,90	17,62	4,447
D	10,89	94,01	5,99	5,34	36,31	8,73	43,63	35,25	9,66	16,57	4,423

TABLA II

Coefficientes de digestibilidad de los Henos; A (Cofñal); B (Puebla de Lillo); C (Vegamián) y D (Lillo)

	S.S.	S. Org.	G.B.	F.B.	P.B.	E. L. N.	Cel.	Lig.	Pent.
				HENO A					
Cordero n.º 2	58,82	60,46	47,40	46,97	48,21	74,98	66,19	— 3,05	65,90
Cordero n.º 3	59,83	61,50	44,65	48,59	48,22	76,21	67,16	0,91	68,87
Cordero n.º 10	59,78	61,66	46,19	49,14	49,23	75,74	65,12	0,49	64,58
Valor Medio	59,48	61,21	46,08	48,23	48,55	75,64	66,16	— 0,55	66,45
				HENO B					
Cordero n.º 11	54,61	56,34	50,30	41,46	39,78	72,85	59,20	1,65	61,78
Cordero n.º 12	54,72	56,47	49,15	44,46	38,79	71,23	60,97	— 0,41	63,53
Cordero n.º 14	56,40	58,28	52,37	43,64	40,85	75,03	65,04	1,17	65,98
Valor Medio	55,24	57,03	50,61	43,29	39,81	73,04	61,74	0,80	63,76
				HENO C					
Cordero n.º 1	56,40	58,50	42,11	28,04	31,03	82,28	60,87	8,20	63,83
Cordero n.º 2	56,71	58,91	43,36	30,77	30,40	81,47	60,43	9,59	62,50
Cordero n.º 3	56,54	58,92	39,60	29,57	29,57	82,67	63,39	11,93	64,46
Valor Medio	56,55	58,78	41,69	29,46	30,32	82,14	61,56	9,91	63,60
				HENO D					
Cordero n.º 4	54,87	56,49	61,79	52,51	32,43	63,97	63,84	— 17,55	56,61
Cordero n.º 5	51,33	53,02	58,25	46,87	17,65	64,59	55,85	— 13,40	55,00
Cordero n.º 6	54,61	56,02	61,24	51,84	25,28	64,02	61,91	— 17,97	54,61
Valor medio	53,60	55,18	60,43	50,41	25,12	64,53	60,53	— 16,31	55,41

El metano producido se ha calculado de forma indirecta aplicada la ecuación propuesta por SWIFT para el ganado ovino.

$E = 2,41 X + 9,80$ en la que E representa el valor del metano en gramos y X la cantidad de hidratos de carbono digeridos expresados en cientos de gramos. Se consideró el calor de combustión del metano, igual a 13,19 Kcal/gr.

La digestibilidad «in vitro» fue determinada mediante la técnica seguida en el Grassland Research Institute en Berkshire (TILLEY y TERRY 1961) consistente en someter el heno en tubos de centrifuga primero a la acción digestiva de los microorganismos del líquido ruminal extraído mediante sonda esofágica del rúmen de óvidos y después a la acción de una solución del ácido clorhídrico-pepsina.

Los materiales utilizados en esta técnica fueron:

- 1.º Henos molidos con partículas de tamaño no superior a 0,8 mm.
- 2.º Líquido ruminal extraído por sondaje esofágico en corderos alimentados previamente con heno; líquido que era filtrado a través de tres capas de gasa, mantenido a 38-39°C y bajo atmósfera de CO₂ hasta el momento de su uso.
- 3.º Solución acuosa tampón fosfato-bicarbonato según Mc Dougal (1948) compuesta a base de PO₄HNa₂, Cl. Na, Cl₂Ca, CO₃HNa, ClK y Cl₂Mg. saturada con CO₂.
- 4.º Solución de clorhídrico-pepsina compuesta de 100 ml. de clorhídrico 1 N, 2 grs de pepsina 1 : 10.000 y agua destilada hasta 1 litro.
- 5.º Solución acuosa de Cl₂Hg al 5 %.
- 6.º Solución acuosa de CO₃Na₂ al 5,3 %.

Se usaron tubos de centrifuga de vidrio de 2,5 cm. de diámetro y 17 cm. de altura. Cada tubo disponía de un tapón de goma atravesado con un tubo capilar de vidrio en cuya parte superior se adaptaba un tubo de goma con una incisión en sentido longitudinal que actuaba de válvula y permitía la posible salida de gases producidos en el tubo mientras que impedía la penetración de aire en el mismo garantizando así la anaerobiosis necesaria en el interior de los tubos. La centrifuga utilizada fue una Martin Christ capaz de alcanzar 6.000 r. p. m.

Las muestras de heno, molidas de forma tal que sus partículas no tuvieran un tamaño superior a 0,8 mm, eran colocadas en estufa a 100°C durante veinticuatro horas e introduciéndolas después en un desecador. Se pesaron, en cada tubo de centrifuga, previamente tarado, cantidades

de muestra de alrededor de 0,5 grs. Se usaron en total 20 tubos, cuatro para cada uno de los henos A, B, C, y D, siendo los restantes blancos.

A cada uno de los tubos se añadieron 40 ml. de solución tampón fosfato-bicarbonato saturada con CO₂ y 10 ml. de líquido ruminal recién extraído por sonda de corderos alimentados con heno. Los tubos fueron saturados con CO₂ tapados con el tapón válvula y se incubaron durante 48 horas a 38-39°C. Se midió el pH a las 6 y 24 horas de la incubación ajustándole a 6,9 cuando fue preciso con la solución de CO₃Na₂ 1N (1 ml. de CO₃Na₂ 1N eleva el pH aproximadamente 0,2 unidades). Se volvían a saturar los tubos con CO₂ antes de introducir nuevamente los mismos en la estufa, siendo igualmente agitados 4-5 veces durante las 48 horas. Al final de este período de tiempo se sacaron los tubos de la estufa y se inhibía la actividad microbiana mediante la adición de 1 ml. de Cl₂Hg al 5 % en cada tubo, añadiendo también 2 ml. de CO₃Na₂ para elevar el pH ligeramente y facilitar la sedimentación de las partículas.

A continuación los tubos eran centrifugados a 3.500 r. p. m. durante veinte minutos desechando el sobrenadante y lavando con agua destilada los residuos insolubles previamente a una segunda centrifugación. Se decantaba de nuevo y al residuo de cada tubo se añadían 50 ml de solución de clorhídrico-pepsina incubando en estufa durante 48 horas a 38-39°C agitando de vez en cuando. Transcurridas las 48 horas se centrifugaron de nuevo a 3.500 r. p. m. durante quince minutos; los residuos indigestibles se lavaron con agua destilada y se volvieron a centrifugar. Se eliminó el agua de lavado y se desecó a 100°C en estufa hasta peso constante.

Los tubos en blanco, en los cuales no se introduce la muestra de heno, tienen por finalidad el determinar la sustancia seca perteneciente a los 10 ml de líquido ruminal que estará formada por partículas indigestibles y microorganismos que será restada de la sustancia seca indigestible a cada uno de los tubos problema.

Sabiendo la sustancia seca de la muestra de heno introducida en cada tubo al principio de la prueba y los restos indigestibles desecados, al final, por diferencia, podremos calcular la digestibilidad de la sustancia seca de cada uno de los henos experimentados.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Como puede observarse en la tabla I los cuatro henos objeto de este estudio presentan contenidos en proteína bruta con valores comprendidos entre 8,73 % en el heno D y 10,79 % en el heno A, lo que nos indica nos encontramos en este aspecto ante henos de una calidad media con un predominio de gramíneas sobre leguminosas en su composición botánica y problemamente cosechados en un estadio tardío de su ciclo de desarrollo. La proteína digestible es de 5,23, 4,10, 2,75 y 2,19 % respectivamente.

El contenido en fibra bruta, con cifras extremas de 29,31 % en el heno C y 36,31 % en el heno D, así como el contenido porcentual en lignina con cifras extremas de 8,93 en el heno A y 10,90 en el heno C también son bastante elevados y desde luego superiores al contenido en estos componentes de los henos de buena calidad.

Digestibilidad «in vivo»

En la tabla II se especifican los coeficientes de digestibilidad aparente en los distintos principios nutritivos obtenidos en cada uno de los corderos, así como la media para cada grupo de animales y henos.

La digestibilidad de la sustancia seca estuvo comprendida entre 59,48 % obtenida en el heno A y 53,60 % en el heno D. Para la sustancia orgánica se obtuvo el máximo coeficiente de digestibilidad en el heno A, siendo de 61,21 % y el mínimo en el heno D que fue de 55,18 %.

Se ha establecido que el punto óptimo para lograr el mayor rendimiento de las superficies pratenses se alcanza con una digestibilidad para la materia orgánica del 65 %.

TABLA III

Contenido de nutrientes digestibles de los henos A B C y D (expresado en % de sustancia seca)

Heno	Hum.	S. O. Digest.	G. B. Digest.	F. B. Digest.	P. B. Digest.	ELN. Digest.	Cel. Digest.	Pent. Digestible
A	10,79	56,90	2,06	16,15	5,24	34,45	23,39	11,91
B	10,19	52,89	1,97	15,34	4,11	31,47	23,37	12,18
C	8,89	55,26	1,83	8,63	2,75	41,99	21,26	11,21
D	10,89	51,87	3,23	18,30	2,19	28,15	21,34	9,18

TABLA IV

Digestibilidad «in vitro» de la sustancia seca de los henos ABC y D

Tubos	Heno SS. %	Heno SS. %	Heno SS. %	Heno SS. %
1	61,07	54,83	51,46	58,04
2	60,85	56,16	—	58,36
3	60,27	55,92	51,89	57,88
4	58,52	54,60	54,21	57,19
Ø	60,17	55,37	52,52	57,86

La fibra bruta fue mejor digerida en el heno D obteniéndose un coeficiente medio de digestibilidad de 50,41 %, observándose por el contrario en el heno C un coeficiente para la fibra de 29,46 %, el más bajo de toda la serie y desde luego muy inferior al de los otros tres henos. En cuanto a la digestibilidad de la proteína bruta hay que observar el más bajo coeficiente en el heno D, que fue de 25,12 %, mientras el máximo se obtuvo en el heno A en el que se alcanzó el 48,55 % de digestibilidad.

Los extractivos libres de nitrógeno tuvieron, en general, un elevado coeficiente de digestibilidad con un máximo de 82,14 % en el heno C y un mínimo de 64,53 % en el D.

La celulosa fue digerida en los cuatro henos en un porcentaje bastante aceptable con valores extremos de 66,16 % obtenido en el heno A y 60,53 % en el heno D. En cuanto a la digestibilidad de las pentosanas hay que observar también la obtención de unos coeficientes altos habiéndose llegado en el heno A a ser digeridas el 66,45 % mientras que el más bajo coeficiente fue de 55,41 % para el heno D.

Es de observar que el heno C con una baja digestibilidad para la fibra bruta (29,46 %) tiene unos coeficientes de digestibilidad para la celulosa y pentosanas mucho más elevados (61,56 y 63,60) respectivamente. Todos estos hechos confirman la reiterada observación de que en la digestibilidad intervienen factores distintos a la mera composición analítica porcentual.

En los cuatro henos estudiados se observa una alta digestibilidad de los extractivos libres de nitrógeno, de la celulosa y de la pentosanas.

Se han encontrado coeficientes de digestibilidad para la fibra bruta y proteínas que pueden considerarse bajos (SCHNEIDER 1947). Según las claves de la D. L.G. para la clasificación de los henos descritas por KELLNER y BECKER (1966) y teniendo en cuenta tanto las características organolépticas como su composición química, los cuatro henos podrían quedar incluidos en el grupo IV (menos buenos) de los seis grupos que comprende dicha clasificación.

Los coeficientes de digestibilidad para los distintos nutrientes, hallados en este experimento, son bastante similares a los obtenidos por nosotros en pruebas de digestibilidad «in vivo» en ovinos con diversas pajas de leguminosas.

En la tabla III se indica la composición en nutrientes digestibles de los henos ABC y D expresados en % de la sustancia seca y obtenidos a partir de los coeficientes de digestibilidad «in vivo».

Desde el punto de vista de su digestibilidad y según nuestros resultados, el heno A parece ser el de mejor calidad ya que sus coeficientes de digestibilidad de sustancia seca, sustancia orgánica, proteína bruta, celulosa y pentosanas son superiores a los obtenidos en el resto de los henos de la prueba. Únicamente la digestibilidad de la fibra bruta es ligeramente inferior a la obtenida en el heno D y la digestibilidad de los extractivos libres de nitrógeno es superada por el heno C.

Digestibilidad «in vitro»

En la tabla IV se indican los valores de digestibilidad «in vitro» de la sustancia seca para cada uno de los henos del experimento. Como se indicó en el apartado de material y métodos, para cada uno de los henos se utilizaron 4 tubos y se calculó el valor medio.

El valor medio de la digestibilidad de la sustancia seca en el heno A fue de 60,17 % solamente 0,69 % superior a la media obtenida con el método «in vivo». En el heno B se obtuvo un valor medio de digestibilidad de la sustancia seca de 55,37 % prácticamente idéntico al valor obtenido «in vivo» que fue un 0,13 % más bajo.

Por el contrario al comparar los resultados obtenidos por los dos métodos en el heno C, se observa que mediante la digestibilidad «in vitro» el valor medio fue de 52,52 %, inferior en un 4,03 % a la media obtenida «in vivo».

Tampoco resultaron similares los resultados obtenidos con el heno D, si bien en este caso se obtuvo una digestibilidad de la sustancia seca más elevada mediante el método «in vitro» (57,86 %) frente al 53,60 % media de la aplicación del método «in vivo».

Según RAYMOND y TERRY (1966) puede ser aceptado que los procesos a que son sometidas las muestras en las pruebas de digestibilidad «in vitro» no reproducen exactamente la digestión «in vivo». Por otra parte el método utilizado por estos autores, y usado por nosotros en este trabajo, ha sido aplicado y contrastado principalmente en forrajes verdes y las condiciones standard adoptadas para estos pueden no ser apropiadas para las demás clases de alimentos.

RAYMOND y TERRY obtuvieron unos resultados de digestibilidad «in vitro» de henos y ensilados que no se correspondían adecuadamente con los datos obtenidos con los mismos en pruebas de digestibilidad «in vivo», correspondencia que generalmente existe cuando estas comparaciones se hacen con forrajes verdes y añaden que no han sido establecidos los motivos manifiestos para explicar las discrepancias observadas con algunas muestras de henos, pareciendo verosímil que sean necesarias modificaciones del método «in vitro» para obtener una más correcta predicción de la digestibilidad de los henos.

Calorimetría:

En la tabla I se indican los valores en energía bruta de los henos estudiados. El contenido en kilocalorías brutas por kilogramo de sustancia seca oscila entre 4.481 en el heno A y 4.423 en el heno D, valores superiores en 187-129 kilo calorías/kg el contenido calórico bruto de la paja de lentejas que es la paja de leguminosas con mayor energía bruta de las nueve estudiadas por nosotros (OVEJERO 1967).

Energía digestible.

En la tabla V pueden observarse los valores en energía digestible expresados en kilocalorías/kg de S.S. de cada uno de los henos. El heno A es el de mayor contenido en energía digestible (2562 Kcal/kg ss), siendo el de contenido más bajo el heno D (2227 Kcal/Kg ss) ocupando el heno E y B la segunda y tercera posición a este respecto.

El heno A y C poseen un contenido en energía digestible análogo e incluso a veces superior al de los henos de alfalfa y henos con menos

del 30 % de leguminosas que figuran en las tablas de composición del N. R. C. (1962) y también más elevado al que poseen henos de praderas con plantas en plena madurez y en sazón media que figuran en la misma publicación.

La energía digestible de las pajas de leguminosas estudiadas por nosotros (OVEJERO, F. J. 1967) oscila entre 2.662 y 2.042 Kcal/Kg para la paja de yeros y habas caballares respectivamente, con un valor medio de 2.300 Kcal/Kg de sustancia seca, para las nueve pajas que fueron ensayadas. El valor medio de energía digestible de los cuatro henos fue de 2.389 Kcal/Kg de s. s. sólo ligeramente superior a la media de las pajas de leguminosas. Unicamente el heno D tiene un contenido en energía digestible inferior a la media obtenida en las pajas de leguminosas.

La digestibilidad de la energía osciló entre el 57,17 % en el heno A y 50,35 % en el heno D con una media para los cuatro henos de 53,57 %, inferior a la media obtenida en nuestros laboratorios para las pajas de leguminosas que fue de 56 %, hecho que nos indica una digestibilidad baja de la energía ya que no sólo no es similar sino inferior a la de las pajas de leguminosas, que presuponen normalmente un proceso de lignificación y un contenido en fibra bruta más elevado del que normalmente deben contener los henos cuando su recolección se hace en estadios de desarrollo no tan avanzados.

TABLA V

Energía digestible de los henos A B C y D Kcal/Kg. de sustancia seca

Cordero	Heno A	Heno B	Heno C	Heno D
1	—	—	2.416,3	—
2	2.524,7	—	2.420,0	—
3	2.583,1	—	2.430,5	—
4	—	—	—	2.287,2
5	—	—	—	2.121,0
6	—	—	—	2.272,6
10	2.579,6	—	—	—
11	—	2.300,8	—	—
12	—	2.321,4	—	—
14	—	2.409,9	—	—
Valor medio	2.562 ± 15,11	2.344 ± 27,32	2.422 ± 3,46	2.227 ± 41

TABLA VI
Energía metabolizable. Henos A B C y D expresada en kcal/k de S. S.

Heno	Cordero	Sustancia seca ingerida por día kg.	Ingerida alimento	Energía Kcal./Kg de ss. ingerida				Energía metabolizable	Valor medio
				Pérdidas			Metano		
				Heces	Orina				
A	2	0,707	4.481	1956,3	195,3	173,7	2.155,7	2.201,8	2186,7
	3	0,709	4.481	1897,9	204,3	177,0	2.202,6		
	10	0,707	4.481	1901,4	200,0	177,0			
B	11	0,709	4.427	2126,2	151,5	165,0	1.984,3	2.015,7	2021,6
	12	0,708	4.427	2105,6	139,8	165,9	2.064,9		
	14	0,710	4.427	2017,1	174,9	170,1			
C	1	0,725	4.447	2030,7	96,6	177,7	2.142,0	2.195,5	2184,4
	2	0,725	4.447	2027,0	44,6	178,9	2.214,8		
	3	0,725	4.447	2016,5	36,0	179,7			
D	4	0,713	4.423	2135,8	125,1	167,4	1.994,7	1.935,9	1997,4
	5	0,713	4.423	2302,0	23,3	161,8	2.061,7		
	6	0,713	4.423	2150,4	42,8	168,1			

TABLA VII
Energía bruta, energía digestible

Heno	Energía bruta kcal/kg s.s.	Energía digest. kcal/kg s.s.	Energía metab. kcal/kg s.s.	Energía digest. en % de E. B.	Energía met. en % E. Bruta	Energía met. en % E. D.
A	4.481	2.562	2.186,7	57,17	48,79	85,35
B	4.427	2.344	2.021,6	52,31	45,66	86,24
C	4.447	2.422	2.184,4	54,46	49,12	90,19
D	4.423	2.227	1.997,4	50,35	45,15	89,69

Energía metabolizable

El contenido en energía metabolizable de los henos osciló entre 2.186,7 Kcal/Kg de ss. en el heno A y 1.997,4 Kcal/Kg en el heno D, con una media para los cuatro henos de 2.097,5 superior en 127 Kcal/Kg a la obtenida en pajas de leguminosas que fue de 1.970 Kcal/Kg de sustancia seca e inferior al valor medio de 2.200 Kcal/Kg obtenido por WALKER (1955) en 24 henos. En la tabla VI se especifican los valores en energía metabolizable obtenidos para cada uno de los corderos con los diferentes henos del experimento. En la misma tabla puede observarse el porcentaje de la energía digestible que es metabolizable. Este porcentaje alcanza un valor medio para los cuatro henos de 87,86 % prácticamente idéntico al obtenido por WALKER y que fue del 88 %. El porcentaje medio obtenido experimentalmente por nosotros para las pajas de leguminosas fue del 84,7 %.

Solamente el 47,18 % de la energía bruta es metabolizable en nuestros henos, cifra idéntica al porcentaje obtenido en el caso de las pajas de leguminosas.

Unidades Almidón, Unidades Alimenticias y TDN

Teniendo en cuenta la composición de cada heno en principios digestibles, obtenidos a partir de los coeficientes de digestibilidad y multiplicándolos por los respectivos coeficientes de Kellner (0,94 para la proteína digestible, 1,91 para la grasa bruta digestible y 1,00 para la fibra y extractivos libres de nitrógeno digestibles) se han calculado las Unidades Almidón de cada heno aplicando la corrección para el contenido en fibra bruta (en nuestro caso restando 0,58 por cada uno por ciento de fibra en los henos).

Las Unidades Alimenticias fueron calculadas de forma idéntica utilizando los mismos coeficientes multiplicadores excepto para la proteína bruta digestible que fue de 1,43 en lugar del 0,94. Se hizo la misma corrección para la fibra bruta y la suma final fue multiplicada por 1,43 obteniéndose las Unidades Alimenticias.

El total de nutrientes digestibles (T. D. N.) fue obtenido de la suma del contenido en proteína digestible, fibra digestible, extractivos libres de nitrógeno digestible y grasa digestible multiplicada por 2,25.

En la tabla VIII se especifican los valores de cada heno en Unidades Almidón, Unidades Alimenticias y T. D. N. Como puede observar-

se en dicha tabla los henos, A y C tienen un contenido prácticamente idéntico en Unidades Alimenticias: (53,08 y 53,58), un contenido en Unidades Almidón de 34,83 y 36,26 por cien kgs y un contenido en T. D. N. de 53,06 y 52,48 Kg. por cien Kg. respectivamente. Los henos B y D tienen un contenido en dichas unidades inferior a los otros dos henos siendo el D el de calidad inferior.

Los henos A y C superan en Unidades Alimenticias y TDN las cifras dadas por BORGIOLI (1964) para henos de alfalfa de tipo medio y para henos de prado permanente que no sean de calidad óptima. Los cuatro henos superan en TDN los valores (45,1-43,7) dados por el NRC (1962) para henos de praderas. Nuestros henos superan igualmente los valores en Unidades Alimenticias y Almidón obtenidos por CENNI y col. (1968) en pruebas de digestibilidad con henos de otoño-primavera que fueron de 41,30 y 28,88 respectivamente.

Por el contrario SCHNEIDER (1947) da valores en TDN para diversos henos de praderas europeas bastante superiores (54,9 a 68,8) a los obtenidos por nosotros en este trabajo.

De los resultados obtenidos se deduce que los henos estudiados en este trabajo pueden ser considerados como de calidad media siendo el heno A el clasificado en primer lugar. El heno C posee unas propiedades nutritivas muy semejantes al anterior ocupando el segundo lugar de la serie. El heno B y D ocupan el tercero y cuarto lugar.

Es muy probable que estos henos al haber sido segados en un estadio de desarrollo vegetativo más precoz, tanto su contenido en proteína como la digestibilidad, al menos de algunos de sus principios nutritivos, serían más elevados ya que está comprobado que los henos segados tardíamente tienen un valor alimenticio menor que aquéllos que son segados precozmente.

Por otra parte si bien, como dice MORRISON (1959), el corte precoz incrementa considerablemente el valor alimenticio del heno por tonelada cosechada, cortes muy prematuros pueden reducir fundamentalmente la cantidad anual de materia seca cosechada.

TABLA VIII

Contenido en Unidades Almidón, Unidades Alimenticias y T. D. N. de los henos A B C y D

Heno	U. Almidón por 100 k.	U. Alimenticias por 100 k.	T. D. N. kg por 100	kg Heno por 1 U Almidón	Kgs Heno por 1 U Alimentic.	Coefficiente de productividad	Valor D
A	34,83	53,08	53,06	2,87	1,88	68,18	57
B	30,42	46,07	49,69	3,28	2,17	63,58	53
C	36,26	53,58	52,47	2,76	1,86	70,76	55
D	28,70	42,68	48,27	3,48	2,34	61,40	52

TABLA IX
Necesidades nutritivas diarias
Mantenimiento vacas lecheras

	Peso vivo kg	P. Digestible Grs.	T. D. N. Kg.	E. Digestible Kcal.	Ca Grs.	P Grs.
	450	271	3,2	14,100	8	8
Kilos heno	A	5,8	6,0	6,2	0,9	8
	B	7,3	6,4	6,7	0,9	8
	C	10,8	6,1	6,4	0,9	8
	D	13,9	6,6	7,1	0,9	8
	550	31,7	3,6	16,600	10	10
Kilos heno	A	6,7	6,8	7,2	1,1	10
	B	8,6	7,2	7,9	1,1	10
	C	12,7	6,9	7,5	1,1	10
	D	16,2	7,5	8,3	1,1	10
Crecimiento normal de terneros						
	Peso vivo Kg.	P. Digestible Grs.	T. D. N. kgs.	E. Digestible Kcal.	Ca. grs.	P. grs.
	180	362	2,9	13,100	13	12
Kilos heno	A	7,7	5,5	5,7	1,4	12
	B	9,8	5,8	6,2	1,4	12
	C	14,5	5,5	5,9	1,4	12
	D	18,5	6,0	6,6	1,4	12
	275	385	3,8	17,100	13	12
Kilos heno	A	8,2	7,2	7,5	1,4	12
	B	10,4	8,2	8,1	1,4	12
	C	15,4	7,1	7,7	1,4	12
	D	19,7	8,9	8,6	1,4	12
	350	408	4,5	20,200	13	12
Kilos heno	A	8,7	8,5	8,8	1,4	12
	B	11,0	9,7	9,6	1,4	12
	C	16,3	8,4	9,1	1,4	12
	D	20,9	10,5	10,2	1,4	12

TABLA IX (continuación)
Mantenimiento + producción de leche 3,5 % grasa

Peso vivo Kg.	P. Digestible Grs.	T. D. N. Kgs.	E. Digestible Kcal.	Ca. grs.	P. grs.
450K + 5Kg.	481	4,695	20.850	19	15,15
A	10,3	8,8	9,1	2,1	15,5
B	13,0	10,2	9,9	2,1	15,5
C	19,2	8,8	9,4	2,1	15,5
D	24,6	11,0	10,5	2,1	15,5
450K + 10Kg.	691	6,190	27.600	30	23
A	14,8	11,6	12,1	3,3	23
B	18,7	13,4	13,1	3,3	23
C	27,6	11,5	12,5	3,3	23
D	35,4	14,5	13,9	3,3	23
450K + 15Kg.	901	7,685	34.350	41	30,5
A	19,3	14,5	15,0	4,5	30,5
B	24,4	16,7	16,3	4,5	30,5
C	36,0	14,3	15,5	4,5	30,5
D	46,2	18,0	17,3	4,5	30,5
550K + 5Kg.	527	5,095	23.350	21	17,5
A	11,3	9,6	10,2	2,3	17,5
B	14,3	11,1	11,1	2,3	17,5
C	21,1	9,5	10,6	2,3	17,5
D	27,0	11,9	11,7	2,3	17,5
550K + 10Kg.	737	6,590	30.100	32	25
A	15,8	12,4	13,2	3,5	25
B	19,9	14,3	14,3	3,5	25
C	29,5	12,3	13,6	3,5	25
D	37,8	15,4	15,2	3,5	25
550K + 15Kg.	947	8,085	36.850	43	32,5
A	20,3	15,2	16,1	4,7	32,5
B	25,6	17,5	17,5	4,7	32,5
C	37,8	15,1	16,5	4,7	32,5
D	48,5	18,9	18,5	4,7	32,5

La disminución del valor nutritivo de un heno en relación con el grado de madurez de las plantas segadas tiende a ser más rápida en la mayor parte de las gramíneas que en los henos de leguminosas. Cuando las plantas llegan a la floración total y especialmente cuando se han desarrollado las semillas, es el momento en que tiene lugar la principal disminución en su contenido en nutrientes, por lo que estos últimos henos suelen tener un bajo valor para toda clase de animales.

En la tabla IX se especifican las necesidades nutritivas diarias para crecimiento en vacuno de leche, y mantenimiento y producción de leche en vacas lecheras, así como las cantidades de cada uno de los henos estudiados que serían necesarios para cubrir esas necesidades en cada uno de los nutrientes. Los cuatro henos estudiados son deficientes en proteína digestible y muy pobres en fósforo.

Los henos A y B podrían ser por sí solos, sino adecuados, sí suficientes para la alimentación de vacuno en crecimiento con peso vivo entre 180 y 350 Kgs. suministrando cantidades de 7,7 a 11 kilos mientras que para cubrir las necesidades en proteína digestible con los henos C y D sería necesario suministrar estos en cantidades un tanto elevadas (de 14,5 a 20,9 Kg), cantidades desde luego superiores a las necesidades de estos animales en sustancia seca. Por este motivo sería imprescindible reducir el suministro de estos henos a cantidades de 8-10 kilos como máximo, cubriendo el déficit protéico con alguna cantidad de un pienso concentrado que proporcione diariamente entre 100 y 200 grs. de proteína digestible según peso del animal (235-470 grs. de soja, 300-600 grs de harina de linaza, 150-300 grs de harina de carne, 280-560 grs de harina de algodón, 180-360 grs de harina de pescado etc.).

Si bien las necesidades de calcio quedan cubiertas con el suministro de cualquiera de los cuatro henos, en cantidad de 1,5 Kgs., por el contrario para cubrir las necesidades de fósforo, son necesarios 12 kilos. Es de destacar la carencia de fósforo de todos los henos de la montaña leonesa por lo que sería necesario la adición a la dieta en todos los casos de un suplemento mineral rico en fósforo para compensar esa deficiencia y desequilibrio entre estos dos importantes minerales.

Como contenido en Ca y P de los henos de este trabajo hemos considerado el valor medio en estos minerales de 50 muestras de henos diferentes procedentes de la montaña leonesa (SUAREZ y col. 1967).

Cualquiera de los cuatro henos puede utilizarse como ración de mantenimiento de vacas lecheras de 450-550 kgs. de peso vivo, si bien,

en el caso de utilización del heno D en vacas de 550 kgs como puede observarse en la tabla IX, para cubrir las necesidades en proteína digestible habría que suministrar hasta 16 kgs de heno, cantidad quizás excesiva.

Debido a que en algunos casos para cubrir las necesidades en fósforo habría que suministrar cantidades de heno superiores a las precisas para cubrir las necesidades en los otros nutrientes sería imprescindible adicionar a la dieta algún corrector mineral con el fin de aportar fósforo.

Para satisfacer las necesidades de mantenimiento y producción de 5 a 10 Kgs de leche en vacas de unos 450 Kgs de peso vivo, con los henos A y B se necesitarían cantidades entre 10 y 19 Kgs. que cubren las necesidades en proteína, principio en que estos henos son más deficientes, siempre que también se realice un aporte mineral extra de fósforo.

En el empleo de los henos C y D para esas mismas producciones de 5-10 kgs de leche se necesitan cantidades de 19 a 35 kgs cifra ésta última excesiva por lo que en el uso de henos de este tipo se recomienda el suministrar un pienso protéico que aportando la proteína necesaria permita disminuir las cantidades de heno suministradas a los límites usuales (10-15 kgs) que cubren las necesidades en TDN y ED.

Para el mantenimiento y producción de 15 kgs de leche utilizando estos henos como único alimento solamente podría emplearse el heno A ya que de los otros tres habría que administrar cantidades que oscilarían entre 24,5 kgs en el heno B y 46 kgs en el D por lo que sería imprescindible el disminuir estas cantidades, sustituyendo parte del heno por concentrados más ricos en proteína además de suministrar, como en los casos anteriores, un corrector que aporte fósforo a la dieta. En estos casos las cantidades de heno podrían ser de 16 a 18 kgs., según el heno, que cubren las necesidades en ED y TDN.

En estas sustituciones de parte de los henos por piensos protéicos habría que tener en cuenta que por cada kilogramo de los henos A, B, C o D sustituido habrá que aportar con el pienso protéico 47, 37, 25 ó 20 gramos de proteína digestible respectivamente.

Recientemente (GREEN, GEOFFREY ANDERMAN (1968)) para la determinación del valor nutritivo de un heno o forraje, se concede gran importancia al denominado valor D, que expresa el contenido en sustancia orgánica digestible por % de la sustancia seca.

En gran número de forrajes se ha establecido que el momento de la siega para obtener conjuntamente el óptimo de producción de cosecha

y digestibilidad aparente de los nutrientes, es aquel en que el «digestibility value» es de 65 % D, que indica que cada 100 kilos de materia seca contiene 65 kilos de materia orgánica digestible.

La capacidad de ingestión en vacas lecheras varía, en términos generales, entre 11 y 18 kilogramos de materia seca por día y los requerimientos protéicos son del orden de 14 % de proteína bruta en la materia seca. Como puede observarse en la Tabla I ninguno de los cuatro henos estudiados en este trabajo alcanza ese porcentaje de proteína bruta.

Para el final de la lactancia un heno con un valor D de 55 % puede considerarse satisfactorio mientras que en el máximo de la curva de lactación el valor D debe estar comprendido entre 55 y 70 %.

Henos con cifras medias de 45 a 55 % de valor D son inadecuados para las necesidades de producción media de vacas lecheras aún cuando se alimenten «ad libitum» con dichos henos.

Determinado el valor D en nuestros henos hemos obtenido los valores de 57, 53, 55 y 52 % respectivamente para los henos A, B, C, D lo que nos indica que únicamente el heno A alcanza un valor D aceptable para uso en alimentación de vacas lecheras.

Según los autores citados anteriormente una ración de 18 kilogramos de heno de 65 % de valor D es capaz de cubrir las necesidades de mantenimiento y producción de 18 litros de leche aunque en muchos casos este sistema de alimentación exclusiva con heno no puede considerarse como medio idóneo y razonable en la provisión de alimento invernal en vacas lecheras.

En ganado vacuno de carne los niveles de ingestión diaria son del orden de 7 a 11 kilogramos de materia seca, requiriendo unos porcentajes de proteína bruta del 10 al 12 % de la materia seca, excepto en terneros en que las necesidades protéicas son más elevadas. En engorde de ganado vacuno, dietas exclusivas y «ad libitum» a base de henos medios, no son adecuados a causa de las bajas ganancias en peso vivo que ellas proporcionan por lo que se aconseja restringir el consumo de heno y suministrar algún complemento dietético a base de harinas y minerales. Henos con valores D superiores a 65 % pueden ser adecuados en dietas para acabado en vacuno de carne y así una ración de 10 kilogramos de dichos henos en novillos de 400 kilogramos de peso vivo pueden dar lugar a ganancias de 900 gramos por día.

Como puede observarse en el intento que hemos hecho anteriormente de una utilización racional de los henos de la montaña leonesa

estudiados en este trabajo, el factor limitante fundamental es su bajo contenido en proteína y fósforo mientras que poseen una muy aceptable riqueza en principios energéticos, lo que obliga a suplementar las dietas exclusivas de heno con piensos con una cierta riqueza protéica en aquellos casos en que para cubrir las necesidades en proteína digestible sería necesaria la ingestión de cantidades de heno excesivas y superiores a la capacidad de ingestión de materia seca de los animales.

Por otra parte hay que hacer notar el bajo valor D de todos ellos comparándolos con los que se utilizan en los distintos fines de producción en otros países.

Creemos que realizando la siega de la hierba con alguna antelación a la época en que normalmente se realiza en la montaña leonesa se obtendrían henos con un mayor contenido en proteína, con un más elevado valor D y consiguientemente con un mejor valor nutritivo. El momento óptimo de la siega con el fin de que tanto el valor nutritivo del heno como la cantidad de materia seca recolectada fuesen aceptables, sería aquel en que el valor D fuese de alrededor de 65 %. Datos ya obtenidos por nosotros a este respecto y aún no publicados, así como otros experimentos planeados y de inmediata realización, aportarán conclusiones prácticas y aplicativas que pudieran tener por finalidad el uso más adecuado y rentable de los henos de la montaña leonesa.

RESUMEN

Continuando nuestros trabajos sobre los henos de la montaña leonesa se ha realizado un estudio con cuatro muestras típicas de henos con el fin de determinar la digestibilidad «in vivo», la digestibilidad «in vitro» y el valor energético.

Los cuatro henos, designados A, B, C y D, tuvieron la composición siguiente, siempre referida a % de s. s.: Proteína bruta 10.8, 10.3, 9.0 y 8.7 respectivamente. El contenido en fibra bruta osciló entre los valores 29.3 para el heno C y 36.3 para el D y evidentemente, fue bastante elevado. En cuanto a la lignina los valores extremos fueron de 8.9 % para el heno A y 10.9 % para el C.

En las pruebas de digestibilidad «in vivo» se obtuvieron los siguientes coeficientes de digestibilidad medios: 61.2, 57.0, 58.8 y 55.2

para la sustancia orgánica; 48.2, 43.3, 29.5 y 50.4 para la fibra bruta; 48.5; 39.8, 30.3 y 25.1 para la proteína.

También se determinaron los coeficientes para los restantes principios nutritivos así como para las sustancias de sostén vegetal: celulosa, lignina y pentosanas.

Los resultados obtenidos en las pruebas de digestibilidad «in vitro» no mostraron una correlación con los correspondientes valores «in vivo».

En cuanto al valor energético, los henos estudiados mostraron un contenido de 2.562, 2.344, 2.422 y 2.227 Kcal de energía digestible por Kg de sustancia seca, siendo los correspondientes valores de energía metabolizable 2.187, 2.022, 2.184 y 1.997 Kcal/kg de sustancia seca.

A partir de los resultados de digestibilidad «in vivo» se han calculado los contenidos en TDN: 53,6; 49,7; 52,5 y 48,3 kgs/100 kgs. de heno respectivamente y las unidades almidón 34,8; 30,4; 36,3 y 28,7/100 kgs. de heno.

Los valores D (digestibility value) obtenidos para los cuatro henos fueron 57, 53, 55 y 52).

Todas estas cifras indicadoras del valor nutritivo son consideradas muy bajas y ello se atribuye principalmente a la siega tardía de los prados.

RESUME

Suite à nos travaux sur les foin de la contrée nommée «Montaña Leonesa», on a effectué une étude avec quatre échantillons de foin typiques à fin de déterminer la digestibilité «in vivo», la digestibilité «in vitro» et leur valeur énergétique.

Les foin nommé A, B, C, D, ont la compositions suivante, se rapportant toujours au taux pour cent de substance sèche: protéine brute 10.8 %, 10.3 %, 9.0 % et 8.7 %, respectivement. La teneur en fibre brute oscille entre les valeurs 29.3 % pour le foin C et 36.3 % pour le foin D; elle fut, naturellement, assez élevée. Quant à la lignine, les valeurs limites furent de 8.9 % pour le foin A et de 10.9 % pour le foin C.

Dans les essais de digestibilité «in vivo» on obtint les coefficients de digestibilité moyens suivants: 61.2 %, 57.0 %, 58.8 % et 55.2 % pour la substance organique; 48.2 %, 43.3 %, 29.5 % et 50.4 % pour la fibre brute; 48.5 %, 39.8 %, 30.3 % et 25.1 % pour la protéine.

On a déterminé aussi les coefficients pour les autres principes nutritifs ainsi que pour les substances d'appui végétal, cellulose, lignine et pentosanes.

Les résultats obtenus dans les essais de digestibilité «in vivo» ne montrèrent aucune corrélation comme le firent les valeurs correspondantes «in vitro».

Quant à la valeur énergétique, les foin étudiés ont montré avoir une teneur de 2.562, 2.344, 2.422 et 2.227 Kcal d'énergie digestible par Kg. de substance sèche, les valeurs d'énergie métabolisable correspondantes étant de 2.187, 2.022, 2.184 et 1.997 Kcal par kg. de substance sèche.

D'après les résultats de digestibilité «in vivo», on a calculé les teneurs en TDN: 53.6, 49.7, 52.5 et 48.3 kg/100 kg de foin, respectivement, et les unités d'amidon 34.8, 30.4, 36.3 et 28.7 kg/100 kg. de foin, respectivement.

Les valeurs D (digestibility value) obtenues pour les quatre foin ont été 57 %, 53 %, 55 % et 52 %, respectivement.

Tous ces chiffres, qui indiquent la valeur nutritive, sont considérés très bas et cela est attribué principalement à la fenaison tardive des prés.

SUMMARY

Following our previous work on hay from the mountains of León, a further study was undertaken to determine the «in vivo» digestibility with lambs, the «in vitro» digestibility, and the energy value.

The composition of the hay samples, designated A, B, C and D was as follows in % dry matter: crude protein 10.8, 10.3, 9.0 and 8.7 respectively; the crude fibre content ranged between 29.3 for hay C and 36.3 for hay D, all of which are high; the lignin content ranged between 8.9 % for hay A and 10.9 % for hay C.

In the digestion trials «in vivo» the following digestibility values were obtained: 61.2, 57.0, 58.8 and 55.2 for organic matter; 48.2, 43.3, 29.5 and 50.4 for crude fibre; 48.5, 39.8, 30.3 and 25.1 for crude protein. The digestibility values for the resting principles were determined and also for cellulose, lignin and pentosans.

No relations has been observed between the «in vitro» digestibility values and the corresponding «in vivo» values.

The hay samples studied has 2,562, 2,344, 2,422 and 2,227 kcal. digestible energy per kg dry matter respectively; the corresponding figures for metabolizable energy being 2.187, 2.022, 2.184 and 1.997 Kcal/Kg dry matter.

The nutritive value of the hay expressed as starch units content per 100 kg of hay was as follows: 34.8, 30.4, 36.3 and 28.7. For TDN the corresponding figures being 53.6, 49.7, 52.5 and 48.3 Kgs/100 Kgs. The D values (digestibility value) obtained for the four hay samples were 57, 53, 55 and 52 respectively. The nutritive values of the hays is considered to be very low, possibly due to late cutting.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (1965).—Official Methods of Analysis. Tenth Edition. Published by the A. O. A. C. Washington.

BECKER, M. (1961).—«Análisis y valoración de piensos y forrajes». Ed. Acribia. Zaragoza.

BORGIOI, E. (1964).—«Alimentazione del Bestiame», quarta edizione, Edizioni Agricole. Bologna.

BRATZLER, J. M. (1951).—A metabolism crate for use with sheep. *J. Anim. Sci.*, 10, 592.

CENNI, B., JANNELLA, G. G. e COLOMBANI, B. (1968).—Composizione chimica digeribilità e valore nutritivo del fieno di un erbaio autunno-primaverile prodotto nella zona di Volterra. *Alim. Ani.* Anno XII, n.º 3, 101-106.

DURNIN, J. V. G. A. (1955).—Proc. 3rd Symposium on Energy metabolism. Discussion on the paper of Nij Kamp. p. 156. Ed. by K. L. Blaxter. Academic Press. London.

GREEN, GEOFFREY ANDERMAN. (1968).—«Grass Conservation Handbook». Farmer and Stockbreeder. London.

GUEDAS, J. R. (1965).—Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de aves en la alimentación de los rumiantes. Toxicidad, digestibilidad, balance de nitrógeno y descomposición del ácido úrico. *Trabajos de la Estación Agrícola Experimental de León*. Vol. II, 363, 487.

KELLNER, O. und BECKER, M.—(1966). «Grundzüge der Futte-
rungslehre» 14 Auflage. Verlag Paul Parey. Hamburg.

McDONALD, E. I. (1948).—*Biochem. J.*, 43, 99-109.

MORRISON, F. B. (1959).—«Feeds and Feeding», 22 nd. Edition. The Morrison Publishing Company. Clinton. Iowa.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1962).—«Nutrient Requirement of Domestic Animals. N. III. «Nutrient Requirements of Dairy Cattle.»

OVEJERO MARTINEZ, F. J.—Energía digestible y metabolizable de las pajas de leguminosas en los ovidos (Tesis Doctoral) *Anales de la Fac. de Vet. de León*, Año XIII, n.º 13, 1967.

PALADINES, O. L. REID, F.; Van NIEKERK, B. D. H. y BEN SADOUM, A. (1964).—*J. Anim. Sci.* 23, 528.

RAYMOND W. and TERRY, R. A. (1966).—Studies of herbage digestibility by an in vitro method. *Outlook on Agriculture*. Vol. 5, n.º 2, 60-68.

SCHNEIDER, B. H. (1965).—Proc. 3rd Symposium on Energy metabolism. Discussion on the Paper of Nij Kamp, pág. 156, Ed. by K. Blaxter Academic Press. London.

SCHNEIDER, B. H. (1967).—«Feeds on the World.» Their Digestibility and Composition. Agric. Exp. Stat. West. Virginia University. Morgantown.

SUAREZ, A., CARPINTERO, C., GUEDAS, J. R.; ZORITA, E. y OVEJERO, F. J. (1967).—Estudios sobre los henos de la montaña leonesa. I. Composición química de las muestras recogidas en heniles. *Trabajos de la Estación Agrícola Experimental de León*. Vol. IV. 249-258.

TILLEY, J. M. A. and TERRY, R. A. (1961).—Techniques of «in vitro» digestibility of herbage used at the Grassland Research Institute. Hurley. Berkshire. England.

WALKER, D. M. and HEPBURN, W. R. (1955).—*J. Agric. Sci.*, 45, 44, 298-310.