

**DIGESTIBILIDAD Y VALOR NUTRITIVO DE LAS PAJAS DE
TRIGO (*Triticum sativum*, Lám.); CEBADA (*Ordeum vulgare*,
L.); CENTENO (*Secale cereale*, L.) Y AVENA (*Avena sati-
va*, L.)**

Por J. R. Guedas,
E. Zorita y
A. Santos Gutiérrez

Los cereales cultivados para grano, entre los que destacan en nuestro país el trigo, la cebada, el centeno y la avena, proporcionan elevadas cantidades de paja, una de cuyas aplicaciones es servir como alimento grosero para el ganado. Según datos del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola² correspondientes a la campaña 1969-70, la cantidad total de paja de estos cuatro cereales producida en España fue de 106.332.456 Qm. Es posible que en las últimas campañas la paja utilizable como alimento haya disminuido considerablemente, como consecuencia fundamentalmente de la generalización de la recogida mecanizada.

Las pajas de cereales pertenecen al grupo de alimentos de bajo valor nutritivo como consecuencia de su baja digestibilidad, debida fundamentalmente al elevado contenido en sustancias incrustantes tales como la lignina y la cutina. Sin embargo, sirven para cubrir las necesidades en volumen de la dieta, debiendo ser consideradas como un alimento complementario en las raciones de producción. En las raciones de mantenimiento es donde han tenido tradicionalmente su mayor aplicación.

Se han realizado muchos intentos para mejorar la digestibilidad y como consecuencia el valor nutritivo de las pajas de cereales^{1 5 10 12 20 21} para compensar la falta de henos o forrajes de mejor calidad. Algunos de ellos ofrecen posibilidades de aplicación rentable en nuestro país.

Las determinaciones básicas de la digestibilidad y el valor nutritivo de las pajas de cereales se realizaron en diversos países generalmente hace varios decenios y figuran en las tablas de composición y valoración de los alimentos animales. Como veremos más adelante existen considerables diferencias entre los datos de diversos orígenes, explicables por las diferencias en las condiciones edáficas, climáticas, de cultivo así como entre las variedades botánicas dentro de la misma es-

pecie. Por ello y dada la importancia que estos alimentos todavía tienen en nuestro país, hemos creído oportuno llevar a cabo pruebas experimentales para obtener datos propios sobre muestras de pajas de los cuatro cereales, procedentes de los cultivos típicos de la Meseta de Castilla la Vieja.

MATERIAL Y METODOS

Las pajas utilizadas fueron adquiridas en la localidad de Fombellida de Espeja (Valladolid) comprobándose su pureza botánica habiendo sido obtenidas por trilla mecánica con una longitud de partículas de hasta cuatro centímetros. La determinación del contenido en humedad se realizó sobre muestras representativas, sin moler, en el momento de iniciación de las pruebas. Las determinaciones químicas se llevaron a cabo sobre muestras paralelas, previamente moliendas con molino de martillos, provisto de parrillas de 1 mm. de malla. Los animales experimentales fueron 10 corderos machos castrados de raza Churra, de edad comprendida entre 24 y 30 meses y de un peso vivo comprendido entre 35 y 50 kgs.

Las jaulas metabólicas, los sistemas de recogida de heces, preparación de muestras y métodos analíticos han sido descritos en trabajos anteriores.⁷⁻¹⁶ El método seguido para la determinación de la digestibilidad fue el convencional siéndose el nivel considerado óptimo de ingestión de paja durante los siete días precedentes a la introducción de los animales en las jaulas, con el fin de minimizar las variaciones en la ingestión diaria y por tanto la presencia de los restos. Cada prueba tuvo una duración total de 18 días (10 de período previo y 8 de colección) durante los cuales los corderos permanecieron en las jaulas. La cantidad de paja suministrada por animal y día osciló entre 400 y 600 gramos según la clase de paja y el peso del animal, es decir, una ingestión, por debajo del nivel energético de mantenimiento. La ración diaria se administró en dos partes iguales suministradas a las 9 y 18 horas. Durante toda la prueba cada animal recibió diariamente 26 gramos de un corrector vitamínico-mineral, teniendo siempre agua a su disposición.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de composición de las pajas de cereales estudiadas figuran en la tabla I. Puede apreciarse en todas ellas un elevado grado de lignificación desta-

TABLA I
Composición química de las pajas de cereales

Paja	Hum.	Cen.	S. O.	Expresado en % de la sustancia seca						
				G. B.	F. B.	P. B.	E. L. M.	Cel.	Lig.	Pent.
Trigo	12,5	7,9	92,1	1,8	37,5	3,4	49,4	41,8	10,9	26,8
Cebada	13,0	8,5	91,5	2,4	36,4	3,8	48,9	42,0	10,4	26,0
Centeno	13,9	7,1	92,9	1,7	44,4	3,1	43,7	47,7	12,4	25,5
Avena	14,9	7,7	92,3	1,7	39,1	3,9	47,6	41,9	10,3	26,4

cando la paja de centeno con un porcentaje de lignina superior al 12 %. Aunque con diferencias no superiores a un 1 % entre las cuatro clases de paja analizadas el mayor contenido protéico corresponde a la paja de avena con un 3,9 % y el menor a la paja de centeno con un 3,1 %.

Con fines comparativos se ha confeccionado la tabla II en la que se recogen los datos publicados por diversos autores para estas pajas de cereales refiriéndolos todos al contenido en sustancia seca. La amplitud de variación en cuanto al contenido en proteína bruta va desde un 1,5 % recogido por SCHNEIDER, para la paja de trigo y un 5,1 % citado por REVUELTA para la paja de cebada. En cuanto a la fibra bruta los valores extremos corresponden a un 48,9 % para la paja de centeno, según MACH y HERRMANN, y un 36,4 % obtenido por nosotros para la paja de cebada. En el caso de la cebada y el centeno el contenido en cenizas de nuestras muestras es superior a las señaladas en las recopilaciones. Para el trigo y la avena el porcentaje de cenizas determinado por nosotros es también superior

TABLA II
Composición química de las pajas de trigo, cebada, centeno y avena en % de sustancia seca según diversas fuentes.

Paja	En % de la sustancia seca								Autores
	S. S.	P. B.	Cen.	F. B.	G. B.	E. L. N.	S. O.		
Trigo	92,6	4,2	9,1	39,9	1,6	45,2	90,9	MORRISON ¹³	
	80,6	5,0	5,9	45,5	1,5	42,1	94,1	REVUELTA ¹⁷	
	85,4	1,5	10,4	36,4	1,5	50,2	89,6	SCHNEIDER ¹⁸	
	89,1	2,5	5,0	44,0	1,6	46,9	95,0	F. WASSMANN ²²	
	89,2	2,9	6,0	45,1	1,5	44,5	94,0	DLG Tabelle ⁶	
	87,5	3,4	7,9	37,5	1,8	49,4	92,1	Datos propios	
Cebada	90,0	4,1	6,7	41,9	1,8	45,5	93,3	MORRISON ¹³	
	85,0	5,1	5,9	43,8	1,9	43,3	94,1	REVUELTA ¹⁷	
	84,1	4,4	5,9	43,6	1,5	44,6	94,1	SCHNEIDER ¹⁸	
	88,0	3,3	6,0	44,5	1,4	44,8	94,0	DLG Tabelle ⁶	
	87,0	3,8	8,5	36,4	2,4	48,9	91,5	Datos propios	
Centeno	92,8	3,8	3,7	41,7	1,3	49,5	96,3	MORRISON ¹³	
	86,0	3,6	5,0	44,5	1,6	45,3	95,0	REVUELTA ¹⁷	
	85,7	3,3	4,9	45,6	1,6	44,6	95,1	SCHNEIDER ¹⁸	
	91,2	3,0	4,1	48,9	1,3	42,7	95,9	F. MACH und R. HERRMANN ¹¹	
	90,2	2,7	4,3	48,8	1,7	42,5	95,7	DLG Tabelle ⁶	
	86,1	3,1	7,1	44,4	1,7	43,7	92,9	Datos propios	
Avena	89,8	4,6	7,1	40,4	2,4	45,5	92,9	MORRISON ¹³	
	85,7	4,4	6,6	45,2	1,9	41,9	93,4	REVUELTA ¹⁷	
	92,3	4,6	7,8	39,5	2,1	45,5	91,7	SCHNEIDER ¹⁸	
	89,0	3,1	5,8	48,0	1,3	41,8	94,2	F. MACH und R. HERRMANN ¹¹	
	87,3	3,3	6,9	45,5	1,8	42,5	93,1	DLG Tabelle ⁶	
	85,2	3,9	7,7	39,1	1,7	47,6	92,3	Datos propios	

al determinado por la mayoría de los autores, lo cual puede estar relacionado con las condiciones del suelo y el clima en la meseta castellana.

En la tabla III figuran las cifras medias correspondientes a la digestibilidad de los distintos nutrientes de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestros experimentos para las cuatro pajas estudiadas: Los coeficientes más altos para la sustancia seca, sustancia orgánica, extractivos libres de nitrógeno, celulosa y pentosanas fueron los correspondientes a la paja de cebada. En todos los casos la digestibilidad media de la celulosa fue superior a la de la fibra bruta. El nitrógeno eliminado por heces fue siempre mayor que el ingerido por el alimento, por lo que la digestibilidad aparente de la proteína resultó en todos los casos negativa. Este resultado se explica por la conjunción de tres factores, al menos. En primer lugar el reducido contenido en proteína bruta del alimento, en segundo lugar el tamaño de los animales, puesto que el nitrógeno metabólico fecal es función del peso vivo y de la materia seca ingerida, y en tercer lugar por la elevada ingestión de lignina que tiende a aumentar el nitrógeno fecal según hemos indicado en trabajos anteriores.²⁴

TABLA III

Coefficientes medios de digestibilidad aparente de las pajas de cereales

Paja	N.º de animales	Principios nutritivos						Sustancias de sostén vegetal	
		S. S.	S. O.	P.B. (1)	G.B.	F.B.	E.L.N.	Celulosa	Pentosanas
Trigo	3	44,1 ± 0,7*	48,9 ± 0,9	—	55,1 ± 1,5	50,6 ± 0,8	52,7 ± 1,4	56,2 ± 1,2	53,9 ± 0,7
Cebada	3	47,3 ± 0,3	51,6 ± 0,1	—	48,7 ± 1,2	46,6 ± 0,7	60,1 ± 0,6	60,2 ± 0,2	59,1 ± 0,8
Centeno	3	40,1 ± 1,3	46,5 ± 1,6	—	51,5 ± 1,1	49,9 ± 1,0	47,8 ± 3,1	56,8 ± 1,4	52,2 ± 1,8
Avena	3	37,6 ± 0,9	42,7 ± 0,7	—	31,8 ± 4,9	42,9 ± 0,7	48,2 ± 0,6	51,2 ± 1,3	45,8 ± 1,9

* Error standard de la media.

¹ Cifras negativas, véase el texto.

Otros autores¹⁵⁻¹⁸ en pruebas de digestibilidad con pajas de cereales han encontrado también valores negativos, en algunos casos, para la digestibilidad de la proteína. En realidad ciertas cifras de digestibilidad aparente de la proteína relativamente elevadas —30 %— que figuran en la bibliografía, son difíciles de explicar.

La digestibilidad de la sustancia seca, sustancia orgánica y extractivos libres de nitrógeno de las pajas de cereales resultó claramente inferior a la correspondiente a estos mismos componentes de las pajas de leguminosas, estudiadas por nosotros anteriormente,²³ siendo especialmente notable la diferencia en el caso de los extractivos libres de nitrógeno.

A efectos comparativos recopilamos en la tabla IV los coeficientes de digestibilidad que figuran en publicaciones de distintos países para las cuatro pajas de

TABLA IV
Coeficiente de digestibilidad de las pajas de cereales obtenidos por diversos autores en experimentos con rumiantes.

Paja	M. O.	P. B.	F. B.	E. L. N.	Autores
Trigo	—	8	52	47	MORRISON ¹³
»	—	16	50	37	REVUELTA ¹⁷
»	37	0	28	44	SCHNEIDER ¹⁸
»	41,8	26,1	46,3	38,1	F. HONCAMP y col. ⁸
»	42	14	45	41	DLG - Tabelle ⁶
»	48,9	negativo	50,6	52,7	Datos propios
Cebada	—	19	57	45	MORRISON ¹³
»	—	26	54	53	REVUELTA ¹⁷
»	49	18	56	46	SCHNEIDER ¹⁸
»	48,5	28,6	54,5	42,8	F. HONCAMP y col. ⁸
»	49	17	55	45	DLG - Tabelle ⁶
	51,6	negativo	46,6	60,1	Datos propios
Centeno	—	0	55	43	MORRISON ¹³
»	—	23	55	39	REVUELTA ¹⁷
»	46	4	54	39	SCHNEIDER ¹⁸
»	47,6	24,9	56,4	38,1	F. HONCAMP y col. ⁸
»	47	12	55	36	DLG - Tabelle ⁶
»	46,5	negativo	49,9	47,8	Datos propios
Avena	—	18	59	51	MORRISON ¹³
»	—	34	54	46	REVUELTA ¹⁷
»	47	—9	55	43	SCHNEIDER ¹⁸
»	51	19	59	50	SCHNEIDER ¹⁸
»	48,4	5,5	57,1	42,7	F. HONCAMP y col. ⁸
»	50	16	56	46	DLG - Tabelle ⁶
»	48	33	54	46	D. KELLNER ⁹
»	42,7	negativo	42,9	48,2	Datos propios

cereales estudiadas. No incluimos en esta tabla los datos sobre digestibilidad de la grasa bruta debido al escaso porcentaje de ésta en la composición de todas las pajas y su significación prácticamente nula. Las digestibilidades de la celulosa y las pentosanas no pueden compararse por la ausencia de datos paralelos en la bibliografía consultada. Las diferencias más notables se encuentran en la digestibilidad de la proteína bruta donde, junto a valores negativos, figuran digestibilidades superiores al 30 %. Esta gran variabilidad puede explicarse, por un lado, por la diversidad de variedades cultivadas, y diferencias en el clima, suelo y momento de la siega; por otra parte, sin embargo, la variabilidad es consecuencia de los errores experimentales que tanta repercusión pueden tener sobre un principio que representa un porcentaje tan escaso en la composición de las pajas de cereales. Más impor-

tancia tienen, sin duda, las diferencias observables en lo que respecta a la digestibilidad de la materia orgánica. A este respecto cabe destacar la gran variabilidad de los coeficientes en el caso del trigo, la relativa constancia que se observa entre todos los datos en el caso de la cebada y el centeno y el hecho de que para la avena la digestibilidad de la materia orgánica determinada por nosotros en nuestra muestra, resulta inferior a todas las recogidas en la bibliografía.

En la tabla V figuran los valores nutritivos de las cuatro pajas de cereales estudiadas en este trabajo expresadas en TDN, unidades almidón, unidades alimenticias, energía digestible y energía metabolizable. Para el cálculo de las tres primeras unidades de valoración se han empleado los métodos y factores ordinariamente aceptados. En el caso de las unidades almidón y alimenticias se ha hecho una corrección de acuerdo con el contenido en fibra bruta, sustrayendo 0,58 unidades de equivalente almidón por cada 1 % de fibra.⁴

TABLA V
Valor nutritivo de las pajas de cereales. 1.000 grs. de producto natural desecado al aire (90 % de sustancia seca) contienen:

Paja	T. D. N. grs.	U. Almidón	U. Alimenticias	Energía digestible Kcal.	Energía metabo- lizable Kcal.
Trigo	425	0,226	0,323	1874	1538
Cebada	441	0,247	0,353	1945	1596
Centeno	405	0,170	0,243	1786	1466
Avena	368	0,163	0,232	1623	1332

Las determinaciones de la energía digestible y metabolizable no se llevaron a cabo experimentalmente habiendo sido calculadas a partir del contenido en TDN utilizando los factores 4,41 Kcal de Energía Digestible por gramo de TDN y 3,6 Kcal de Energía Metabolizable por gramo de TDN¹⁹

En nuestro caso los valores máximos en las distintas unidades de valoración correspondieron a la paja de cebada seguida de la de trigo ocupando el último lugar la paja de avena.

El valor nutritivo de estas pajas de cereales es, a pesar de las diferencias observadas, bastante homogéneo e indudablemente inferior al de las pajas de leguminosas estudiadas por nosotros en un trabajo anterior.²³ Con la paja de cebada hemos obtenido unos valores bastante semejantes a los que logramos con la paja de almortas, que es una de las pajas de leguminosas de peor calidad.

Las cifras de TDN obtenidas en el presente trabajo son, en general, algo superiores a las indicadas por otros autores para estos productos, si exceptuamos la paja de avena en la que nuestros resultados son más bajos que los que figuran en otras publicaciones.

Las cifras de energía digestible, energía metabolizable y TDN publicadas en las tablas del NRC (referidas a un 90 % de sustancia seca) para las pajas de cebada y centeno¹⁴ son idénticas a las obtenidas en nuestra prueba. Estas mismas tablas señalan valores nutritivos más bajos a los calculados por nosotros para la paja de trigo y valores ligeramente superiores para la paja de avena.

RESUMEN

Se han llevado a cabo una serie de experimentos a fin de determinar la digestibilidad y valor nutritivo de las pajas de trigo, cebada, centeno y avena. Como animales experimentales se utilizaron corderos de raza Churra, que permanecieron en jaulas metabólicas durante 18 días, de los que 10 correspondieron al período previo y 8 al período de colección. En cada prueba se utilizaron tres corderos. El nivel de ingestión osciló entre 400 y 600 grs. de paja por animal y día.

Se han determinado los coeficientes de digestibilidad para la materia seca, materia orgánica, proteína, grasa, fibra, extractos libres de nitrógeno, celulosa y pentosanas y los resultados son discutidos y comparados con los que figuran en la bibliografía. A partir de estos resultados experimentales se han calculado el TDN, las unidades almidón, unidades alimenticias, energía digestible y energía metabolizable.

RESUME

On a effectué une série de essais a fin de déterminer la digestibilité et la valeur nutritive de la paille des céréales d'hiver: blé (*Triticum sativum*, Lam.) orge (*Hordeum vulgare*, L.), seigle (*Secale cereale*, L.) et avoine (*Avena sativa*, L.). On a utilisé 10 moutons castrés de race «Churra» maintenus dans des cages métaboliques pendant une période de 18 jours (10 jours correspondent à la période préalable et 8 jours à la période de collecte. Dans chaque preuve on a utilisé 3 animaux, chaque mouton recevant par jour 400-600 gr. de la paille.

On a déterminé les coefficients de digestibilité pour la matière sèche, la matière organique, les protéines, les graisses, les fibres, les extractifs non azote le cellulose et les pentosanes et on discute les résultats et on les compare avec ce qui sont indiqués dans la bibliographie.

A partir des résultats expérimentaux on a calculé le TDN, les unités fourragères, les unités amidon, l'énergie digestible et l'énergie metabolizable.

SUMMARY

A series of experiments have been carried out with the aim of determining the digestibility and nutritive value of the cereal straw: Wheat (*Triticum sativum*, Lam.), barley (*Hordeum vulgare*, L.) rye (*Secale cereale*, L.) and oats (*Avena sativa*, L.).

Ten wether lambs of the Churra breed were used, kept in metabolic cages for 18 days (10 days for the previous and 8 for the collection period). In each experiment 3 animals were used, the intake varying between 400 and 600 grams of straw per animal per day.

The coefficients of digestibility for the dry matter, organic matter, protein, fat, fibre, nitrogen libre extracts, cellulose and pentosans were determined and the results are examined and compared with those reported in the bibliography. Based on the experimental results, the TDN, starch units, Scandinavian feed units and the digestible and metabolizable energy, were calculated.

BIBLIOGRAFIA

1. ABOU-EL HASSAN; ABOU-RAYA, A. K.; REHAB, F. A. (1971): Raising the feeding value of rice straw by alkali treatments and addition of urea. U. A. Republic *J. of Anim. Production*. **11** (2), 311-312.
2. ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. Campaña 1969-70. *Ministerio de Agricultura. Secretaría General Técnica. Madrid.*
3. BECKER, M. (1961): *Análisis y valoración de piensos y forrajes*. Ed. Acerbia, Zaragoza.
4. CARMONA J., FERNÁNDEZ and GREENHALGH, J. F. D. (1972): The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. *J. of Agric. Sci.*
5. CHANDRA SURESH and JACKSON, M. G. (1971): Study of various chemical treatments to remove lignin from coarse roughages and increase their digestibility. *J. of Agric. Sci.* vol. 77. Part. I, p. II.
6. DLG (1961): *Futterwerttabelle für Wiederkauer*, 3a. Auflage. DLG. Verlag. Frankfurt am Main.
7. GUEDAS, J. R., OVEJERO, F. J., ZORITA, E., CARPINTERO, C. y SUÁREZ, A. (1968): Estudio sobre los henos de la Montaña Leonesa. II. Digestibilidad «in vivo» e «in vitro» y valoración energética. *Anales de la Fac. de Vet. de León*. Año XIV, n.º 14.
8. HONCAMPIS, F., RIES, F. und MULLER, H. (1914): Landwirtsch Vers Sta. 84, 301. Ref. Max Becker und Kurt Nehring (1965). *Handbuch der Futtermittel Zweiter Band*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
9. KELLNER, O. 1924: *Die Ernährung der landw. Nutztiere*, 10 Aufl. Berlin. Verlag Paul Parey.
10. KLOPFENSTEIN, T. J., KRAUSE, V. E., JONES, M. J., Woods, W. (1972): Chemical treatment of low quality roughages. *J. of Anim. Sci.* 35 (2), 418-422.
11. MACH, F. und HERRMANN, R. (1934): Landwirtschaftl. Vers. Stat 119. Ref. Becker, M. und Nehring, K. (1965). *Handbuch der Futtermittel Zweiter Band* Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.
12. McMANUS, W. R., MANTA, L., MC FARLANE, J. D., GRAY, A. C. (1972): The effect of diet supplements and gamma irradiation on dissimilation of low quality roughages by ruminants. 3 Effects of feeding gamma-irradiated base diets of wheat straw and rice straw to sheep. *J. of Agric. Sci.* 79 (1), 55-66.
13. MORRISON, F. B. (1959): *Feeds and Feeding. Twenty second edition*. Clinton, Iowa, The Morrison Publishing Company.

14. N. R. C. (1968): *Nutrient Requirements of sheep*. Fourth revised edition. National Research Council. National Academy of Science. Publ. n.º 1.693 Washington.
15. O'DONOVAN, P. B. and M. B. GHADAKI (1973): Effect of diets containing different levels of wheat straw on lamb performance, feed intake and digestibility. *Anim. Prod.*, 16, 67-68.
16. OVEJERO, F. J. (1967): Energía digestible y metabolizable de las pajas de leguminosas en óvidos (tesis doctoral). *An. Fac. Vet. de León*. Año XIII, n.º 13.
17. REVUELTA, L. (1953): *Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal* Salvat Editores. Barcelona-Madrid.
18. SCHNEIDER, B. H. (1947): *Feeds of the World. Their Digestibility and Composition*. Agricultural Experiment Station, West Virginia University. Morgantown.
19. SWIFT, R. W. and FISHER, K. H. (1960): *Energy Metabolism. Nutrition A comprehensive treatise*. Vol. I, p. 181. Edit. Beaton, G. H. and McHenry, E. W. Academic Press. London.
20. THOR HOMB (1956): Norwegische Erfahrungen bei der Strohaufschliessung nach dem Beckmannschen Verfahren. *Futterkonservierung, Jahrgang* 2, 129-146.
21. WAISS, A. C. J. R., GUCCOS, J., KOHLER, G. O., WALKER, H. G. J. R., GARSETT, W. N. (1972): Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. *J. of Agric. Sci.*, 35 (1), 109-112.
22. WASSMANN, F. (1936): *Landw. Vers. Stat.* 126; 227. Ref. Becker, M. und Nehring, K. (1965). *Handbuch der Futtermittel Zweiter Band*. Verlag. Paul Parey Hamburg und Berlin.
23. ZORITA, E., CARPINTERO, C., GUEDAS, J. R., OVEJERO, F. J. y SUÁREZ, A. (1970): Digestibilidad y valor nutritivo de las pajas de nueve leguminosas cultivadas para grano: Lentejas, Algarrobas, Almohadas, Yeros, Veza, Guisantes, Garbanzos, Alubias y Habas. *Trabajos de la Estación Agrícola Experimental de León*. Vol. VII, Año 1970; 199-209.
24. ZORITA, E., SUÁREZ, A. y CALVO, M. L. (1967): Modificaciones de la lignina y formación de material húmico en el trato digestivo de los rumiantes. *Anales de Edafología y Agrobiología*. Tomo XXVI, n.º 14.