

# Determinación de la fracción fibra de los forrajes

J. TREVIÑO y G. AROSEMENA

Instituto de Alimentación y Productividad Animal  
del C. S. I. C.

## RESUMEN

*Se han realizado análisis comparativos en muestra de Echynochloa polystachya procedentes de un ensayo experimental en parcelas, al objeto de determinar las principales diferencias cuali-cuantitativas entre la fibra bruta del método de Wendee y la fibra ácido detergente de Van Soest.*

*De los resultados obtenidos se pueden deducir las siguientes conclusiones: a) Los valores de fibra ácido-detergente fueron siempre más elevados que los correspondientes de la fibra bruta determinada por el método de Wendee. b) La retención de la lignina fue casi total en el caso de la fibra ácido-detergente, mientras que en la fibra bruta de Wendee las pérdidas fueron superiores al 60 por 100. c) Las pérdidas de celulosa, en relación al contenido en el material original, fueron muy similares en las fibras determinadas por ambos métodos.*

## INTRODUCCION

El valor nutritivo de los forrajes puede ser expresado de distintas formas: rendimiento del ganado que los consume en kg. de carne o de leche, cantidad de unidades alimenticias o de principios digestibles..., etcétera, por unidad de superficie, pero es, sin duda, el análisis químico el método más comúnmente empleado para determinar, de manera sistemática, la calidad de la hierba.

Las técnicas analíticas utilizadas para realizar esta valoración son las ideadas, si bien con algunas modificaciones, por Henneberg y Stohman en la Estación Agronómica de Wendee en el año 1860 y que se basan, como es bien sabido, en separar los constituyentes por sus caracteres de solubilidad o insolubilidad en diversos reactivos; de esta forma se obtienen los siguientes principios brutos: proteína bruta, grasa bruta, fibra bruta, cenizas brutas y extractivos libres de nitrógeno. De entre ellos, y

por ser la más convencional, merece especial atención la determinación de la fibra bruta.

Se ha convenido en designar bajo la denominación de fibra bruta el residuo que persiste después de dos hidrólisis sucesivas, una ácida y otra alcalina, del alimento problema. La fibra bruta es una mezcla de celulosa, lignina, pentosanas, cutina y suberina, principalmente. Se considera que representa la fracción no digestible o menos digestible de los alimentos; pero en realidad esto no siempre es así. Por una parte, la hidrólisis solubiliza una elevada proporción de la lignina presente, que es prácticamente indigestible, y que se valora, en consecuencia, en la fracción de extractivos libres de nitrógeno; por otra, parte de la celulosa y pentosanas, que no son solubilizadas, es perfectamente digerida por los rumiantes.

Estudios realizados por Kim, Gillingham y Lead-Holt (2) han puesto de manifiesto que en la fibra bruta, determinada por el método de Wendee modificado, se pierde el 60-84 por 100 de la lignina presente en el material original. Nordfeldt y col. (3) señalan que el tratamiento con álcali caliente solubiliza gran parte de la lignina y por lo tanto esta fracción indigestible se contabiliza entre los extractivos libres de nitrógeno. Paloheimo y col. (6) se han ocupado de analizar la distribución de la lignina en la materia seca y fibra bruta de diversos forrajes y, por ejemplo, en el caso de heno de fleo más del 60 por 100 de la lignina presente fue disuelta durante el proceso operativo del análisis de la fibra bruta.

Las elevadas pérdidas de la fracción más indigestible de los forrajes (lignina) que ocurren durante la preparación de la fibra bruta por el método de Wendee modificado ha motivado el que dicho método sea considerado como «no satisfactorio».

Recientemente Van Soest (7 y 8) ha publicado una técnica para la determinación de la fibra ácido-detergente que presenta varias ventajas sobre el análisis clásico de la fibra bruta. Las principales de estas ventajas son:

- a) Posibilidad de determinar la celulosa y lignina ácido-detergente en la fibra aislada.
- b) Retiene la casi totalidad de la celulosa y lignina presentes en el material original.
- c) Los extractivos libres de nitrógeno están prácticamente exentos de lignina.
- d) La correlación entre la fibra ácido-detergente y la digestibilidad del forraje es mayor que la obtenida con el análisis de la fibra bruta por el método de Wendee modificado.

A la vista de lo expuesto, la finalidad del presente trabajo ha sido comparar y examinar las diferencias cuali-cuantitativas entre las fibras determinadas por el método de Wendee modificado y el ácido detergente de Van Soest y comprobar las posibles ventajas de la utilización de esta última técnica en el análisis rutinario de los forrajes.

## MATERIAL Y MUESTRAS

### A) MUESTRAS

Como material de análisis se han utilizado cinco muestras de pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*), cultivado en Panamá, procedentes de cinco cortes consecutivos con períodos de descanso de seis semanas.

Las muestras recogidas fueron predeseccadas, molidas y conservadas en frascos hasta el momento de su utilización. Todos los análisis fueron verificados por triplicado, calculándose la media de los resultados obtenidos.

## B) ANÁLISIS

El análisis de la fibra se realizó por el método de Wendee modificado (Método de la A. O. A. C.) (5) y por el procedimiento de la fibra ácido-detergente de Van Soest (7 y 8). En el material original, así como en ambas fracciones de fibra, fueron determinadas la celulosa y la lignina; la primera, por el método de Kurschner (1), y la segunda, por el de Armitage (1), en el caso del material original y la fracción fibra bruta. En la fracción fibra bruta. En la fracción fibra ácido-detergente, ambas determinaciones se realizaron por el método de Van Soest (7 y 8).

1. *Método de la A. O. A. C.*—Hidrólisis ácida con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  al 1,25 por 100 durante 30 minutos en ebullición, seguida de hidrólisis alcalina con NaOH al 1,25 por 100 durante el mismo tiempo. Filtrar, lavar el residuo con agua destilada y después con acetona. Secar en estufa y pesar. Incinerar y pesar de nuevo para hallar la diferencia entre ambas pesadas.

### 2. *Método de la fibra ácido-detergente de Van Soest.*

a) *Reactivos.*—Solución ácido-detergente. Añadir 20 g de bromuro de cetiltrimetilamonio, grado técnico, a 1 litro de solución de ácido sulfúrico 1 N previamente valorada. Agitar para favorecer la disolución del detergente.

*Decalina.* Usar decahidro-naftaleno.

*Acetona.*—Usar acetona libre de color y que no deje residuo al evaporarse. Puede sustituirse por etanol al 95 por 100, pero resulta más lenta la filtración.

### b) *Aparatos.*

*Aparato de reflujo.*—Se utiliza el mismo aparato convencional que se emplea para determinar la fibra bruta. Vasos de Berzelius de 600 ml y condensadores hechos con matraces de 500 ml de fondo redondo son asimismo satisfactorios.

*Crisoles filtrantes de vidrio.*—Tendrán 40 mm de diámetro y una capacidad de 40-50 ml.

### c) *Técnica.*

Pesar 1 g de muestra, molida de tal forma que atraviese un tamiz con mallas de 1 mm de luz. Depositar la muestra en un vaso de Berzelius y añadir 100 ml de la solución ácido detergente y 2 ml de decalina. Colocar encima del vaso el matraz condensador y calentar con placa calefactora a ebullición durante 5-10 minutos. Regular la temperatura y mantener en ebullición suave durante 60 minutos. Dejar enfriar y filtrar, con ayuda de vacío, a través del crisol filtrante de vidrio. Disgregar el residuo con una varilla de vidrio y lavar a continuación con agua caliente a 90-100° C. Repetir el lavado con acetona hasta que ésta no tenga color, disgregando todos los grumos para que el disolvente esté en contacto con todas las partículas del residuo. Desecar a 100° C durante ocho horas. Enfriar en un desecador con pentóxido de fósforo y pesar. La diferencia de peso entre el crisol con la fibra y el crisol vacío da el contenido de la muestra en fibra ácido-detergente.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados medios de los análisis de fibra obtenidos por los dos métodos utilizados figuran en la tabla 1. En dicha tabla se observa cómo los valores de la fibra ácido-detergente son invariablemente más altos que los correspondientes a la fibra bruta del método de Wendee modificado (Método de la A. O. A. C.), oscilando las diferencias entre el 11,39 y 17,92 por 100. Este hecho es debido, principalmente, a la mayor retención de la lignina en la fibra ácido-detergente (tabla 2) y a que en ésta se encuentra también la parte correspondiente de las cenizas que no es solubilizada por la solución ácida (sobre todo el anhídrido silícico).

TABLA 1.—*Resultados del análisis de la fibra por los métodos de la A. O. A. C. y de la F. A. D., expresados sobre materia seca. Proporciones de celulosa y lignina en ambas fibras.*

TABLA 1

*Resultados del análisis de la fibra por los métodos de la AOAC y de la FAD, expresados sobre materia seca. Proporciones de celulosa y lignina en ambas fibras*

Muestras	Fibra % (*)		Celulosa % (*)		Lignina %	
	AOAC	FAD	AOAC	FAD	AOAC	FAD
Número 1... ..	41,92	47,31	85,01	72,06	7,51	19,55
Número 2... ..	39,06	46,38	87,07	76,24	7,62	17,35
Número 3... ..	38,77	46,44	85,86	72,25	7,19	19,09
Número 4... ..	38,11	46,16	86,01	70,19	8,44	20,38
Número 5... ..	38,37	46,75	85,11	76,06	7,86	19,51

(\*) Expresado sobre materia seca de la fibra.

Los componentes de las fracciones respectivas de ambas fibras difieren cuantitativamente. Los datos de la tabla 1 ponen de manifiesto que sobre un peso determinado e igual, la fibra ácido-detergente contiene más lignina y menos celulosa que la fibra bruta del método de Wendee modificado (A.O.A.C.), existiendo una relación inversa entre las proporciones de ambos compuestos en las dos fibras. Esto, según Norman (4), se explica porque la celulosa es relativamente poco afectada por el tratamiento químico a que se somete en los dos métodos, mientras que la lignina en la técnica de la A. O. A. C. es solubilizada en gran parte por la acción del álcali caliente y, por el contrario, es escasamente atacada por el ácido sulfúrico normal en el caso de la fibra ácido-detergente; esta última contiene prácticamente toda la lignina presente en el material original (tabla 2), y de ahí que el porcentaje de celulosa se reduzca de una manera proporcional.

TABLA 2

*Resultados de los análisis de celulosa y lignina realizados a partir de la muestra original, de la fibra bruta y de la fibra ácido-detergente, expresados sobre materia seca de la planta*

Muestras	Material original		Fibra bruta		Fibra ácido-detergente	
	Celulosa %	Lignina %	Celulosa %	Lignina %	Celulosa %	Lignina %
Número 1	38,69	10,64	35,64	3,15	34,09	9,26
Número 2	39,55	8,87	34,01	2,98	35,36	8,03
Número 3	37,00	9,46	33,29	2,79	33,09	8,87
Número 4	37,09	9,87	32,78	3,22	32,40	9,41
Número 5	38,56	10,86	32,66	3,02	35,56	9,12

Los resultados que aparecen en la tabla 2 evidencian que los valores obtenidos para la celulosa a partir de la fibra bruta y de la fibra ácido-detergente fueron muy similares, siendo semejantes las pérdidas ocurridas en ambos métodos en relación con el contenido del material original. Por lo que respecta a la lignina, la fibra ácido-detergente retuvo virtualmente toda la existente en la muestra original, mientras que la fibra bruta dio cifras mucho más bajas (62,89-70,78 por 100, inferiores) como consecuencia de la elevada solubilización que experimenta la lignina durante el proceso de hidrólisis alcalina.

### CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup> Los valores obtenidos con la fibra ácido-detergente de Van Soets fueron más elevados que los de la fibra bruta del método Wendee modificado.

2.<sup>a</sup> Sobre un peso base determinado, la fibra ácido-detergente contiene mayor porcentaje de lignina y menor celulosa que la fibra bruta del método de Wendee modificado.

3.<sup>a</sup> La fibra ácido-detergente incluye la parte de las cenizas que no es solubilizada por el tratamiento ácido que se realiza para el aislamiento de aquella.

4.<sup>a</sup> Las pérdidas de celulosa en la fibra bruta y en la fibra ácido-detergente fueron muy similares. Por el contrario, la retención de lignina fue mucho más elevada en esta última, obteniéndose valores muy próximos a los del contenido de la muestra original.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) Becker, M. (1961): *Análisis y valoración de piensos y forrajes*. Editorial Acribia. Zaragoza.
- (2) Kim, J. T.; Gillingham, P. T., and Loadholt, C. B. (1967): *J. Association of Official Agricultural Chemists*, vol. 50, núm. 2.
- (3) Nordfeldt, S.; Vanberg, O. S., and Claesson, O. (1949): *Acta Agri. Suecana*, 3: 135.
- (4) Norman, A. G. (1935): *J. Agri. Sci.*, 25: 529.
- (5) *Official Methods of Analysis* (1965). Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D. C.
- (6) Paloheimo, L. J. (1953): *J. Sci. Soc. Finland.*, 1: 16.
- (7) Van Soest, P. J. (1963): *J. Ani. Sci.*, 46: 829.
- (8) Van Soest, P. J (1964): *J. Ani. Sci.*, 23: 838.