

# Estudio del valor nutritivo de las hojas y tallo del maíz híbrido de tallo azucarado E-10

J. TREVIÑO, M.<sup>a</sup> T. HERNÁNDEZ y R. CABALLERO

Instituto de Alimentación y Productividad Animal (C.S.I.C.). Madrid

## RESUMEN

*Se ha realizado un estudio sobre el valor nutritivo de las hojas y tallos del maíz de tallo azucarado E-10, a dos diferentes estados de maduración de la planta: grano en estado pastoso y grano en estado maduro (35 % humedad).*

*En las muestras se determinó: proteína bruta, extracto etéreo, fibra neutro y ácido detergentes, celulosa, lignina y azúcares solubles. A partir de los datos analíticos se estimó la digestibilidad de la materia orgánica aplicando la ecuación sumativa de VAN SOEST. El valor energético se estimó mediante la fórmula de BREIREM.*

*La proporción de proteína, extracto etéreo, fibra y cenizas fue superior y la de azúcares solubles más baja en las hojas que en los tallos.*

*El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica de las hojas + tallo fue del 63,9 % en el estado de grano pastoso y del 61,3 % en el de grano maduro. El valor energético fue de 0,57 y de 0,53 U.F./kilogramo de materia seca respectivamente. Ambos valores fueron más altos para el tallo que para las hojas.*

El maíz es, después del trigo y la cebada, el cereal que mayor importancia tiene en España por la extensión de su cultivo y producción. La superficie dedicada al mismo ha ido creciendo paulatinamente, y esto, unido al incremento de los rendimientos por hectárea, ha motivado que la producción de grano se haya duplicado en los diez últimos años, habiéndose alcanzado en 1973 la cifra de 20.107.408 Qm.

Paralelamente a esta intensificación del cultivo de maíz para grano se ha ido también incrementando la superficie dedicada a su cultivo como planta forrajera, de tal forma que de una extensión de 35.493 hectáreas en el año 1964 se ha pasado a la de 61.806 hectáreas, en 1972, existiendo además una clara tendencia a que dicha expansión continúe en los próximos años.

Esta doble importancia que presenta el cultivo de maíz, producción de grano o producción de forrajes, hace cobrar un especial interés al hecho de la aparición de nuevas variedades híbridas en las que, en cierto modo, están conjugadas ambas finalidades. Nos referimos concretamente a los denominados maíces híbridos españoles de tallo azucarado.

Estos maíces, obtenidos en nuestro país por los doctores J. L. BLANCO y M. BLANCO (3, 4), debido a que la planta se mantiene verde un cierto tiempo después de la maduración de los granos, permiten recolectar la cosecha de éstos y después aprovechar los tallos y las hojas para su utilización como forraje fresco o ensilado en la alimentación del ganado. Se trata, pues, de maíces de doble aprovechamiento: grano y planta.

Aunque los datos de que se dispone sobre estos nuevos maíces son todavía escasos y, prácticamente, están limitados a resultados obtenidos en ensayos comparativos realizados en condiciones más o menos experimentales, sin embargo, dichos datos son suficientemente demostrativos de los altos rendimientos que producen —10.000 a 11.000 kg. de grano por Ha. en condiciones adecuadas de cultivo (4)— y que, en general, superan a aquellos otros de las variedades híbridas comerciales de origen americano.

Teniendo en cuenta, por tanto, el indudable interés que tienen estos maíces de tallo azucarado, de doble aprovechamiento, hemos programado un plan de trabajo a fin de estudiar su valor nutritivo, tanto en lo que respecta al grano como a la planta. En la presente comunicación presentamos los resultados obtenidos relativos a la planta (hojas y tallo) y que han sido determinados a dos estados diferentes de madurez de la misma: al estado de grano pastoso y al estado de grano maduro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El maíz objeto de estudio ha sido el híbrido E-10, obtenido en nuestro país por los doctores M. BLANCO y J. L. BLANCO, del Departamento de Investigaciones Antropológicas y Genéticas del C.S.I.C.

Se trata de un maíz doble híbrido, de los denominados de tallo azucarado. Su principal característica estriba en la elevada proporción de azúcares solubles que contiene el tallo y en el hecho de que éste permanece verde durante un cierto tiempo después de la maduración de los granos, tiempo tanto más largo cuanto mejores hayan sido las condiciones de cultivo. Tiene un ciclo de vegetación de unos ciento treinta días y puede soportar altas densidades de siembra (75-90.000 plantas/Ha.) sin que los rendimientos sean afectados (4).

El ensayo se realizó sobre una parcela de 3.600 m.<sup>2</sup> de superficie. La siembra se efectuó, a mediados del mes de mayo, a razón de 30 kg. de grano por hectárea. El abonado, riego y demás prácticas de cultivo fueron las normales para este cereal.

La recogida de muestras se hizo a dos estados diferentes de maduración: grano en estado pastoso y grano en estado maduro (35 % de humedad). En ambos casos se eligieron al azar veinte plantas a las que después de segadas se les quitó la panoja. Este material fue a su vez dividido en dos lotes de diez plantas. En uno de los lotes las plantas fueron troceadas e inmediatamente llevadas a una estufa de aire forzado para su desecación; en el otro se hizo una separación de las plantas en tallos y hojas, y ambas fracciones fueron recogidas y desecadas por separado.

En cada una de las muestras, después de molidas, se realizaron las siguientes determinaciones:

- *Proteína bruta*: Método semiautomático con autoanalizador Technicon (8).
- *Extracto etéreo*: Método de la A.O.A.C. (1).
- *Fibra neutro-detergente*: Método de Van Soest (11).
- *Fibra ácido-detergente*: Método de Van Soest (10).
- *Lignina y celulosa*: Método de Van Soest (10).
- *Azúcares solubles*: Solubilización en etanol al 40 %, defecación con los reactivos Carrez I y II y valoración según el método Luff Schorl (2).
- *Cenizas*: Método de la A.O.A.C. (1).

A partir de los datos analíticos el coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica fue estimado aplicando la ecuación sumativa de OSBOURN y TERRY (9), que se basa en la de VAN SOEST (12) de estimación de la digestibilidad de la sustancia seca:

$$\text{M.O.D.} = 1,01 (100 - \text{F.N.D.}) - 10,5 + \text{F.N.D.} (1,353 - 0,654 \log. \frac{\text{L.A.D.}}{\text{F.A.D.}} 100)$$

en la que,

M.O.D. = Materia orgánica digestible.

F.N.D. = Fibra neutro detergente libre de cenizas.

L.A.D. = Lignina ácido detergente.

F.A.D. = Fibra ácido detergente libre de cenizas.

El valor energético de las diferentes muestras fue estimado a partir de los resultados de materia orgánica digestible (M.O.D.) y de materia orgánica no digestible (M.O.N.D.), expresados en g. por kg. de materia seca, de acuerdo con la fórmula de BREIREM (5) para los forrajes:

$$\text{U.F./kg. de m.s.} = \frac{2,36 \text{ M.O.D.} - 1,20 \text{ M.O.N.D.}}{1.650}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Composición química bromatológica*

En la tabla I figuran los resultados del análisis químico de las muestras de tallo, hojas y hojas + tallo del maíz E-10 correspondientes a dos estados de madurez de la planta.

De acuerdo con estos resultados se puede observar que la composición del tallo difirió notablemente de la de las hojas, especialmente en lo que se refiere a las proporciones de fibra, azúcares solubles y cenizas.

En relación con la fracción fibra, tanto los valores de fibra neutro detergente (paredes celulares) como las de fibra ácido detergente fueron bastante más altos para las hojas que para el tallo (49,0 % y 51,4 % frente a 62,5 % y 66,8 % en el caso de la fibra neutro detergente; 30,6 % y 32,0 % frente a 38,1 % y 42,2 % en el caso de la fibra ácido detergente, para los dos estados de madurez de la planta considerados).

TABLA I

COMPOSICION QUIMICA, EXPRESADA EN % SOBRE MATERIA SECA, DEL TALLO. HOJAS Y TALLO + HOJAS DEL MAIZ DE TALLO AZUCARADO E-10, A DOS DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DE LA PLANTA

	Tallo	Hojas	Tallo + hojas
Planta con el grano en estado pastoso			
Proteína bruta ... ..	8,3	10,6	9,6
Extracto etéreo ... ..	1,1	2,2	1,4
Fibra neutro detergente ... ..	49,0	62,5	56,8
Fibra ácido detergente ... ..	30,6	38,1	34,3
Celulosa ... ..	23,6	24,6	24,2
Lignina ... ..	5,8	5,6	5,7
Azúcares solubles ... ..	35,3	7,3	20,2
Cenizas ... ..	8,9	16,5	11,2
Planta con el grano en estado maduro			
Proteína bruta ... ..	7,6	9,3	8,4
Extracto etéreo ... ..	1,0	1,8	1,2
Fibra neutro detergente ... ..	51,4	66,8	58,8
Fibra ácido detergente ... ..	32,0	42,2	38,0
Celulosa ... ..	24,8	27,9	26,6
Lignina ... ..	6,3	6,8	6,5
Azúcares solubles ... ..	31,0	7,7	16,4
Cenizas ... ..	8,2	14,7	10,4

Sin embargo, es interesante hacer resaltar que, a pesar de que existieron estas diferencias en la proporción de fibra entre las hojas y el tallo, los contenidos de celulosa y de lignina en ambos materiales fueron muy similares. Este hecho, que en principio resulta paradójico, se explica por la circunstancia de que en las hojas del maíz tiene lugar un proceso de deposición y acúmulo de sílice proveniente del suelo (7), y como consecuencia de ello y de que éste compuesto mineral se incluye, de acuerdo con la metodología de VAN SOEST (10), dentro de los constituyentes de la fracción fibra, da como resultado el que se produzca un incremento notable de los valores de fibra ácido y neutro-detergente sin que los de celulosa y lignina experimenten apenas ninguna variación. Por otra parte, tanto en el tallo como en las hojas todos estos valores de paredes celulares, celulosa y lig-

nina aumentaron al avanzar el estado de madurez de la planta, si bien dicho aumento fue superior en el caso de las hojas que en el del tallo.

La riqueza en azúcares solubles fue de 4 a 5 veces más alta en los tallos que en las hojas (35,3 % y 32,0 % frente a 7,3 % y 7,7 %, respectivamente). En los primeros, este nivel de azúcares disminuyó un 12,2 % entre los dos estados de madurez de la planta considerados, como consecuencia principalmente de la transformación de parte de estos glúcidos en almidón de los granos y, en menor proporción, de su conversión en constituyentes de la pared celular (6). En las hojas el porcentaje de azúcares solubles se mantuvo prácticamente constante.

En cuanto a la cifra de cenizas, las hojas dieron valores netamente superiores a los del tallo (16,5 % y 14,7 % frente a 8,9 % y 8,2 %, respectivamente). Este elevado contenido de las hojas en compuestos minerales está indudablemente relacionado, como ya dijimos anteriormente, con la absorción de sílice por la planta. Y así, JONES y HANDRECK (7) sugieren que la sílice presente en el agua del suelo penetra en la planta como un flujo masivo; el agua es posteriormente transpirada por la hoja, mientras que la sílice se deposita en las paredes celulares bajo la forma de compuestos polímeros del ácido silícico. En nuestro caso este proceso estuvo además favorecido por la textura areno-limosa de la parcela en que se realizó el cultivo del maíz.

Por último, las hojas también difirieron de los tallos en relación a su composición en proteína bruta y grasa, siendo los porcentajes de ambos componentes más elevados en las primeras que en los segundos. En ambos casos dichos porcentajes disminuyeron al madurar la planta entre el estado de grano pastoso y de grano maduro.

Todos los resultados de composición para la planta (hojas + tallo) fueron intermedios entre los correspondientes a cada uno de estos materiales por separado.

### *Digestibilidad y valor energético*

El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica fue determinado a partir de los datos de materia orgánica digestible estimados mediante la ecuación sumativa de OSBOURN y TERRY (9) aplicable, entre otros forrajes, para el maíz.

Los resultados de digestibilidad que hemos obtenido para las hojas, tallo y hojas + tallo del maíz E-10 aparecen en la tabla II.

El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica de las hojas + tallo (planta desprovista de mazorca) fue de 63,9 en el estado de grano pastoso y de 61,3 en el de grano maduro. Estos valores de digestibilidad del maíz E-10 son bastante similares a los obtenidos por DEMARQUILLY (6) para otros maíces, pero en estados de desarrollo de la planta menos avanzados.

Comparada la digestibilidad de los tallos con la de las hojas se observa que las de aquéllos fue superior a la de éstas en los dos estados de madurez de la planta considerados (6,1 unidades más alta en el estado de grano pastoso y 6,8 unidades en el grano maduro) y que para ambos materiales la digestibilidad de la materia orgánica disminuyó en 2-3 unidades entre los

citados estados de desarrollo. Este último hecho es motivado, de una parte, por las modificaciones de la composición química (disminución de los glúcidos solubles y aumento de la proporción de paredes celulares) y, de otra, por la disminución de la digestibilidad de los constituyentes de la pared celular (6).

TABLA II

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGANICA Y VALOR ENERGETICO DE LAS HOJAS, TALLO Y HOJAS + TALLO DEL MAIZ DE TALLO AZUCARADO E-10

	Coefficiente de digestibilidad	U.F./kg. de m.s.
Planta con el grano en estado pastoso		
Hojas ... ..	61,1	0,50
Tallo ... ..	67,2	0,65
Hojas + tallo ... ..	63,9	0,57
Planta con el grano en estado maduro		
Hojas ... ..	58,2	0,46
Tallo ... ..	65,0	0,62
Hojas + tallo ... ..	61,3	0,53

El valor energético de las diferentes muestras fue estimado aplicando la fórmula de BREIREM (5) propuesta para los forrajes. Los resultados obtenidos se expresan en la tabla II.

Como en el caso de la digestibilidad, el valor energético de los tallos fue más alto que el de las hojas, tanto en las muestras recogidas al estado de grano pastoso (0,65 frente a 0,50 U.F./kg. en m.s.) como en las correspondientes al estado maduro (0,62 frente a 0,46 U.F./kg. de m.s.). Entre ambos estados de madurez la disminución del valor energético fue ligeramente inferior en los tallos (0,03 U.F./kg. de m.s.) que en las hojas (0,04 U.F./kg. de m.s.). Por lo que respecta al conjunto de hojas + tallo, este valor fue intermedio al obtenido para cada uno por separado y, también como en ellos, disminuyó con la madurez de la planta (0,4 U.F./kg. de m.s.).

Todo este conjunto de resultados de composición, digestibilidad y valor energético dan una idea bastante precisa de la calidad nutritiva que tiene la planta (hojas + tallo) del maíz de tallo azucarado E-10 después de su maduración y recolección del grano. La proporción de material fibroso, y especialmente el contenido de lignina, se mantiene dentro de límites moderados, mientras que la digestibilidad y el valor energético son relativamente altos. Se trata, por tanto, de un forraje de una calidad muy aceptable que resulta perfectamente adecuada para su utilización en la alimentación del ganado. En cierto modo podríamos equiparar su valor nutritivo al de la hierba de un prado permanente de calidad media.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) A.O.A.C., 1960: *Official Methods of Analysis*. Washington, D.C.
- (2) BECKER, M., 1961: *Análisis y valoración de piensos y forrajes*. Edit. Acribia. Zaragoza.
- (3) BLANCO, J.L., y BLANCO, M., 1960: *Cultivo y utilización de los maíces híbridos de tallo azucarado*. Boletín Técnico. Misión Biológica de Galicia, Pontevedra.
- (4) BLANCO, J.L., y BLANCO, M., 1971: *Perspectivas de los nuevos maíces híbridos españoles*. Publicación de la Obra Social Agrícola de la Caja de Ahorros de Cataluña y Baleares.
- (5) BREIREM, K., 1954: *Die Nettoenergie als Grundlage der Bewertung der Futtermittel*, in: NEHRING K., 100 Jahre Möckern. Die Bewertung der Futterstoffe und andere Probleme der Tiernahrung. Berlin, Deutsche Akademie Landwirtschaftswissenschaften, t. II, 97-108.
- (6) DEMARQUILLY, C., 1969: *Valeur alimentaire du maïs fourrage*. Annales de Zootechnie, vol. 18, núm. 1.
- (7) JONES, L.H.P., and HANDRECK, K.A., 1967: *Silica in soils, plants and animals*. Adv. Agronomy, 19.
- (8) LAW, A.R.; NICOLSON, N.J., and NORTON, R.L., 1971: *Semiautomated determination of nitrogen and phosphorus in feedstuffs*. Journal of the A.O.A.C., vol. 54, núm. 4.
- (9) OSBOURN, D.F.; TERRY, R.A., and col., 1971: *Chemical and in vitro digestion procedures for the prediction of the digestibility of forage crop*. Proc. Nutri. Soc., vol. 30-85A.
- (10) VAN SOEST, P.J., 1963: *Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin*. J. Ass. Off. Anal. Chem., 46.
- (11) VAN SOEST, P.J., and WINE, R.H., 1967: *Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents*. J. Ass. Off. Anal. Chem., 50.
- (12) VAN SOEST, P.J., 1965: *Comparison of two different equations for prediction of digestibility from cell contents, cell wall constituents and the lignin content of acid detergent fiber*. J. Dairy Sci., 48.

### FEEDING VALUE OF SWEET STALK CORN FORAGE (ZEA MAYS L.)

#### SUMMARY

Feeding value of sweet stalk corn forage (leaves, stalk and leaves + stalk) was studied at two different stages of maturity: dough dent grain and mature grain.

Chemical composition (crude protein, ether extract, neutral detergent and acid detergent fibers, cellulose, lignin, soluble sugars and ash) was analyzed and from analytical data, organic matter digestibility was estimated using the Summative Equation of OSBOURN and TERRY and energy value was obtained by mean of the formula of BREIREM.

The percentages of crude protein, ether extract, ash, neutral detergent and acid detergent fibers and lignin were higher and soluble sugar lower for leaves than for stalks.

Organic matter digestibility of leaves stalk was 63,9% at the dough dent stage and 61,3% at the mature stage. The digestibility of leaves was lower than that of stalks. Energy value of leaves + stalk was 0,57 and 0,53 Scandinavian feed units at the two stages of maturity and this value was higher for stalks than for leaves.