

ENSILADO DE SEIS VARIEDADES HÍBRIDAS DE MAÍZ (*ZEA MAYS* L.). INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ DE LA PLANTA

C. Carpintero; J. C. Prieto*

Estación Agrícola Experimental. CSIC.

Apartado 788. 24080 León.

* Técnico Semillas Maissa S. A. León.

RESUMEN

Se evaluaron seis variedades de híbridos de maíz con capacidad de adaptación a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona (regadíos de Castilla-León) y su adaptabilidad para ensilar. Las variedades sembradas, fueron G-4408, Furio, Marengo, Lenor, G-4252 y Past. Los híbridos G-4408 y Past fueron los más productivos en la zona, con rendimientos de 17 y 18 t/ha respectivamente. Todas las variedades, con contenidos diferentes en carbohidratos, fueron ensiladas satisfactoriamente. En los ensilados en general de maíces en estado lechoso, la fermentación fue muy activa y las pérdidas de nitrógeno en forma volátil más elevadas que en los ensilados en estado vegetativo de la planta más avanzado. La solubilidad del nitrógeno en los ensilados procedentes de la planta en fase lechosa/pastosa del grano fue doble de la de los ensilados en fase vitrea/grano duro, aunque las diferencias en proteína verdadera no fueron significativas. Un estado vegetativo idóneo, fase pastosa/vitrea del grano, equilibraría rendimientos y calidad proteica.

Palabras clave: Ensilado, híbridos de maíz, estado de madurez.

INTRODUCCIÓN

El ensilado de maíz es una fuente importante de forraje de calidad para animales de leche y productores de carne. Puede formar parte de la dieta

durante el tiempo de pastoreo y sólo en períodos críticos necesitar ésta de suplementos adicionales de proteína.

El maíz es ensilado solo o utilizado como potencial aditivo para ensilar leguminosas como alfalfa, trébol o veza (TRAZY y COORS, 1990., DANIEL, 1983). La diversidad genética de híbridos, la variación en el manejo de la cosecha y las condiciones climáticas, han producido ensilados de valor nutritivo variable. El estado de madurez al ensilar es un factor de gran importancia. En este trabajo se estudia la adaptabilidad para ensilar de seis variedades de híbridos de maíz con capacidad de adaptación a las condiciones climáticas y edafológicas propias de los regadíos de Castilla-León y se ensayan dos estados vegetativos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un ensayo previo se recogieron 30 muestras de ensilados realizados por los agricultores de la provincia de León. No se dispuso, en cada caso, del estado vegetativo en que fue ensilado, ni de la variedad sembrada, en algunos de ellos se ensilaron mezclas. Estos ensilados se clasificaron en dos grupos. El primero incluía los ensilados con contenido en materia seca comprendido entre 158 y 220 g/kg de forraje y el segundo entre 220 y 350 g/kg correspondientes posiblemente a dos estados vegetativos diferentes.

La parte experimental fue realizada en 1989 en una finca en Sanibáñez del Porma (León). Se sembraron seis variedades de híbridos de maíz (*Zea mays*). La siembra fue realizada el 22 de Junio, sobre un suelo franco-arenoso previamente en cultivo de veza. Las parcelas experimentales fueron establecidas y seguida su evolución por los técnicos de la casa distribuidora de las semillas (Mahissa S. A.).

Las variedades seleccionadas (Funk's CH-4002. Suiza) lo fueron, en unos casos, por su alto potencial de producción y adaptación climática (variedades Lenor (L), Furio (F) y G-4408), su doble aptitud grano/forraje (variedades Marengo (M) y G-4252) y la variedad Past (P) por ser un híbrido de gran apetibilidad para el ganado por su sabor ligeramente azucarado. Todas las variedades con la exigencia de una integral térmica a la maduración comprendida entre 1180 y 1500 °C.

El maíz fue cosechado el 22 de Octubre cuando el forraje, en general, se encontraba en la fase de grano lechosa/pastosa. Una vez cortado (tamaño aproximado 3 cm), fue ensilado en la misma finca, en pequeños silos trinchera, sobre lona de plástico y cubierta de plástico y tierra. Los silos fueron abiertos después de 3.5 meses y una muestra representativa de cada uno de ellos fue congelada hasta el momento del análisis.

Cuatro de estas variedades (Furio, Marengo, Lenor y G-4408), fueron ensiladas en una fase de desarrollo posterior, estado vitro/grano duro, en sacos de plástico de 40 kg de capacidad aproximada. Las cuatro variedades fueron ensiladas por triplicado. Los sacos fueron cubiertos con tierra y los silos abiertos después de 3.5 meses. Muestras medias, para cada variedad fueron analizadas.

Métodos analíticos

La determinación de la materia seca del forraje se realizó en estufa a 100 °C y la de los ensilados fue obtenida por liofilización. Todos los análisis, excepto la digestibilidad, fueron realizados sobre muestra sin secar. Los carbohidratos, extraídos con agua y valorados por colorimetría con antrona (BARNETT y MILLER, 1950). Las distintas fracciones nitrogenadas por los métodos descritos por McDonald y col. (1960). Los ácidos grasos volátiles y el ácido láctico fueron determinados por cromatografía de gases (PLAYNE, 1985) en columna de sílice fundida (Alltech). La digestibilidad in-vitro de la materia seca por el método de Tilley y Terry (1963).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensilados

Las características generales de los 30 ensilados recogidos en las explotaciones ganaderas vienen expresados en la Tabla I.

TABLA I

Composición media de los ensilados (g/kg $\pm$ e.s en MS)

Mean chemical composition of the corn silages (g/kg DM $\pm$ s.e)

MS	pH	Carboh. solubles	N-total	N-volátil (g/kg NT)	Ácido acético	Ácido láctico
191 $\pm$ 5 (n=14)	4.2 $\pm$ 0.1	22.8 $\pm$ 4.6	14.4 $\pm$ 1.1	117 $\pm$ 14	8.3 $\pm$ 2.7	55.5 $\pm$ 5.6
262 $\pm$ 9 (n=16)	4.0 $\pm$ 0.1	17.9 $\pm$ 2.1	10.9 $\pm$ 0.5	74 $\pm$ 18	5.4 $\pm$ 1.4	37.8 $\pm$ 7.7
Significacion diferencias	NS	NS	* *	*	NS	NS

* * (P< 0.01); * (P< 0.05)

Los ensilados obtenidos, independientemente de su contenido en MS, indicativo de un estado vegetativo diferente al cosechar, no presentan diferencias significativas en el pH y contenido en azúcares solubles residuales. Los procedentes de forrajes con menor contenido en MS, son más ricos en N-total ($P < 0.01$) que los del segundo grupo pero las pérdidas de N en forma volátil fueron superiores ($P < 0.05$) a las producidas con forrajes más maduros. Se observaron indicios de una fermentación más activa en el primer grupo de silos, una mayor formación de ácido acético y ácido láctico aunque las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). En ambos grupos la presencia de ácido butírico sólo fue detectada en un 10 por ciento de los silos totales analizados y en porcentajes inferiores a 0.1 de la MS. Los ensilados del primer grupo mostraron una capacidad tampón más alta que los del segundo grupo (93 frente a 64 mequiv./100 g MS).

Un estado vegetativo posible, próximo al estado lechoso del grano, en el primer grupo, explica los resultados observados en los ensilados.

Ensilados experimentales

El contenido en materia seca y azúcares de las seis variedades de maíz cultivadas, su rendimiento y las características de los ensilados obtenidos vienen expresados en la tabla II.

TABLA 2
**Rendimiento y composición de las distintas variedades de maíz
y de los ensilados (g/kg de MS)**

Table 2. Yields and composition of the six hybrid varieties and their silages (g/kg DM)

	V A R I E D A D E S					
	F	M	L	G-4408	P	G-4252
Maíz						
Materia seca	231	218	225	239	200	246
Carb. solubles	26.6	70.5	49.8	99.3	58.8	60.9
Rendimiento (t/ha MS)	16.4	13.9	14.5	17.0	18.1	15.8
Ensilado						
Materia seca	222	223	227	224	195	265
pH	3.9	3.9	4.1	4.1	6.2	3.9
Carb. solubles	11.0	6.1	7.9	9.5	8.4	6.8
N-total	9.93	10.28	9.73	10.67	11.14	8.75
N-volátil (g/kg NT)	18	41	36	40	65	23
N-proteico(g/kg NT)	365	504	n.d	475	654	496
Acido acético	36.9	11.6	12.7	40.6	6.1	13.3
Digestibilidad MS	718	712	728	666	538	683

Los rendimientos alcanzados oscilaron entre las 13.9 t/ha de la variedad Marengo y las 18.1 del híbrido Past que resultó ser la más productiva en la zona considerada.

El contenido en carbohidratos de las seis variedades de híbridos de maíz fue muy variable. La variedad Furio, con 26.6 g/kg fue la más baja, no obstante, el ensilado fue bien conservado. La variedad Past, cuyo forraje, en el momento del corte, contenía menos materia seca que el resto de los híbridos, variedad más tardía, conservó un 65 por ciento de la proteína verdadera aunque la pérdida de N en forma volátil resultó ligeramente superior a la de las restantes variedades. Una fase vegetativa en esta variedad, más próxima al estado lechoso del grano explicaría la formación del N en forma volátil pero no la conservación de la proteína. El elevado valor del pH en este ensilado no se corresponde con el resto de las características por lo que pensamos puede ser debido a error accidental en la fase de muestreo.

El grado de proteolisis fue más alto en los ensilados de la variedad Furio pero no el índice de posterior deaminación. Las variedades G-4408 y Furio mostraron el desarrollo de una fermentación de tipo heteroláctica con una mayor formación de ácido acético que el resto de las variedades ensiladas. Valores de 28 y 14 g/kg de MS para el contenido en ácido acético fueron encontradas por Gordon y col. (1968) para ensilados de maíz en estados vegetativo de grano vítreo y maduro respectivamente. El contenido total de ácidos en la fermentación varía poco entre genotipos (PHIPPS, 1980) aunque una mayor formación de acético al ensilar variedades de maduración tardía, han sido descritas por Valdez y col. (1989).

Los resultados, valores medios de las cuatro variedades, Furio, Marengo, Lenor y G-4408, en ambas fases de desarrollo vegetativo, estados de grano lechoso y vítreo, pueden verse en la tabla III.

El pH de los ensilados en ambas fases fue el mismo. Los ensilados de maíz en estado lechoso/pastoso del grano, contienen más carbohidratos, ácido acético y contenido N-total ($P < 0.05$) que los provenientes de un estado más avanzado de madurez. Las diferencias en N-volátil y proteína verdadera no fueron significativas ($P > 0.05$), sin embargo, es de destacar que la solubilidad del nitrógeno disminuyó considerablemente ($P < 0.001$) con la madurez de la planta.

La digestibilidad in-vitro de la materia seca fue ligeramente superior ($P < 0.05$) cuando la planta ensilada se encontraba en la fase vitrea/grano duro que en la fase menos avanzada de maduración. La contradicción con los valores encontrados por autores como Guzmán (1989) que describe una disminución de

la digestibilidad de los ensilados con la madurez, puede deberse a que nuestros ensilados contenían 429 g/kg de MS frente a los 496 g/kg de dicho autor posiblemente en una fase más tardía al ensilar la planta. Johnson y McClure (1968) encontraron incrementos en la digestibilidad de la MS en cuatro de las fases de desarrollo previas a alcanzar el estado pastoso del grano, ligera disminución hasta la fase de grano duro y un fuerte descenso en estadios posteriores. Wilkinson (1978) encuentra que la digestibilidad in vivo, medida en ovejas, con ensilados de maíz de diferentes contenidos en MS, experimentó pocos cambios, pero que la influencia del retraso al cosechar, en el valor nutritivo puede ser más manifiesto cuando se utiliza el ensilado en la alimentación de vacas. La disminución de la digestibilidad de la proteína al pasar del estado lechoso al de grano duro ha sido puesta de manifiesto recientemente por Okamoto (1989).

TABLA 3

**Influencia del estado vegetativo en el ensilado de maíz
en dos fases de desarrollo (g/kg de MS) (Medias de los ensilados de cuatro híbridos:
Furio, Marengo, Lenor y G-4408)**

*Effect of the vegetative stage on the quality of the corn silagés.
(Mean of four varieties: Furio, Marengo, Lenor y G-4408)*

Estado vegetat. grano	MS	pH	Carb. Solub.	N- total	N- Volát.	N- Prot.	N- Solub.	Ácido Acético	Dig. MS
Lechoso/ pastoso	224	3.99	8.6	10.2	33.7	448	6.23	25.4	706
Vítreo/ duro	429	3.97	5.7	8.0	46.5	593	3.07	6.2	767
Signific. diferenc.	***	NS	*	*	NS	NS	***	*	*

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

El estado de madurez y el tiempo apto para cosecharlo es importante aunque las variaciones en energía neta y digestibilidad son pequeñas si se compara

con las que presentan otros tipos de forrajes como la hierba. En ensilados en dos fases diferentes de desarrollo no fueron encontradas diferencias en energía entre ambos silos (GROSS, 1988), ni entre variedades (BRABANDER, 1990). Johnson y McClure (1968) aconsejan ensilar cuando el grano se encuentra en la fase entre pastoso y vítreo y Brabander (1990) sugiere cortar en estado premaduro (pastoso) y marchitarlo hasta alcanzar un contenido en MS del 35 por ciento. Un estado vegetativo de la planta que equilibrara rendimientos, en los que la producción de tallos y hojas es un factor a considerar, y calidad proteica, estaría próxima a la fase pastosa/vítrea del grano en el momento de ensilar. Una mayor precisión en una determinada variedad necesitaría de una posterior confirmación experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- BARNETT, A. J. G.; MILLER, T. B., 1950. The determination of soluble carbohydrate in dried samples of grass silage by anthrone method. *J. Sci. Food Agric.* 1, 336-339.
- BRABANDER, D. L. DE; ANDRIES, J. I.; BOEVER, J. L. DE; BUYSSE, F. X., 1990. Wirtschaftliche Fütterung der Milchkühe durch Verabreichung besseren Raufutters. *Praktische Tierarzt.* 71 (1), 35-40.
- BULOT, S., 1989. Des critères plus précis pour choisir les variétés de maïs ensilage. *Semences et Progrès.* 58 (1), 13-17.
- DANIEL, P., 1983. Die Erhöhung des Proteingehaltes in Maissilagen über die Erstellung von Milchsilagen mit Futterleguminosen. *Landw. Forsch.* 36 (314), 251-255.
- GORDON, C. H.; DERBYSHIRE, J. C.; VAAN SOEST, P. J., 1968. Normal and late harvesting of corn for silage. *J. Dairy Sci.*, 51(8), 1258-1263.
- GROSS, F., 1988. Untersuchungen zum Einfluss der Lagerdauer von Maissilagen mit unterschiedlichen Trockensubstanzgehalt auf Stoffumsetzungen und Verluste. *Wirtschaftseigene Futter.* 34 (3), 227-238.
- GUZMAN, P., 1989. Calidad del silaje producido por cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L). *Informe Univ. Central de Venezuela*, 1987, 91-92.
- JOHNSON, R. R.; MCCLURE, K. E., 1968. Corn plant maturity. IV. Effects on digestibility of corn silage in sheep. *J. Anim. Sci.* 27, 535-540.
- MCDONALD, P. *et al* 1960. Studies on ensilage. *Technical Bulletin Edimburg School of Agriculture*, N° 24, 1-83.
- OKAMOTO, M., 1989. Feeding value in silage of corn harvested at different stages of maturity I. Digestibility and rumen liquid characteristics in dairy cows. *Research Bull. Obihiro Univ. I.* 16 (3), 1-6.
- PHIPPS, R. H., 1980. A review of the carbohydrate content and digestibility value of forage maize grown in the cool climatic conditions of the UK and their relevance to animal production. In: *Improvement of quality traits of maize for grain and silage use..* Pollmer, W.G., Phipps, R.H. (Ed.). MNP Netherlands Press, 291-313.
- PLAYNE, M. J., 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 36, 638-644.

TILLEY, J. M.; TERRY, R. A., 1963. A two stage technique for the in-vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.*, 18, 104-111.

TRACY, W. F.; COORS, J. G., 1990. Agronomic performance of sugar-Brown 2 maize: a potential additive for high-protein silage production. *Agron. J.* 82 (1), 1-4.

VALDEZ, F. R.; HARRISON, J. H.; FRASEN, S. C., 1989. Effect of feeding silage of early and late maturing corn planted at two population densities to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72(8), 2081-2086.

WILKINSON, J. M. 1978. Effect of stage of harvest and finesses of chopping on the voluntary intake and digestibility of maize silage by young beef cattle. *Anim. Prod.* 26, 143- .

SUMMARY

AGRONOMIC SUITABILITY OF SIX CORN HYBRIDS (*ZEA MAYS*) FOR ENSILING AND EFFECT OF THE STAGE OF MATURITY.

Six corn hybrids were evaluated for their adaptability to grow in the climatic and edaphological conditions of the irrigated region of Castilla-León and their suitability for ensiling. The varieties used were G-4408, Furio, Marengo, Lenor, G-4252 and Past (Funk's, USA). The highest yields in the area were achieved from the G-4408 and Past hybrids (17 and 18 t/ha respectively). The growing of several varieties at different stages of maturity and with distinct water-soluble carbohydrate contents, provided material that ensiled satisfactorily. At the milky stage, the fermentation in the silo was very active and the loss of volatile nitrogen higher than in the advanced stage of plant development. The soluble nitrogen content of the silages in the milky/doughy stage was twice as great than in the vitreous/grain hard stage, although no-significant differences in true protein content were found. These findings suggest that an intermediate stage between doughy and vitreous would balance yields with protein quality.

Key words: silage, corn hybrids varieties, maturity stage.