

## NOTA TÉCNICA

EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ  
(*Zea mays* L.) PARA ENSILADO<sup>1</sup>

Jesús Fuentes<sup>2</sup>, Antonio Cruz<sup>4</sup>, Lorenzo Castro<sup>2</sup>, Gilberto Gloria<sup>2</sup>, Sergio Rodríguez<sup>2</sup>,  
Benjamín Ortiz de la Rosa<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays*) para ensilado.** Se realizó un experimento con el fin de evaluar el comportamiento de 16 variedades de maíz (*Zea mays* L.) cultivadas para forraje y ensiladas después del corte. Las pruebas de dicha evaluación consistieron en: la determinación de la producción de forraje por hectárea en base a materia verde y a materia seca; contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica DIVMO. Se utilizó un diseño completamente al azar y prueba de Tukey para comprobación de medias. Las unidades más sobresalientes en cuanto a producción de forraje en base a materia verde fueron la AN-446 con 114028 kg/ha, la AN-445 con 110993 kg/ha y la AN-430 R con 106389 kg/ha. En relación a la producción de materia seca las unidades más sobresalientes fueron la AN-447 con 29270 kg/ha, la AN-461 con 28026 kg/ha y la VS-373 con 25434 kg/ha. Las variedades con mayor contenido de proteína (%) fueron la G-4657 con 7,58, la AN-388 con 7,28 y la AN-448 con 7,17. Los mejores coeficientes (%) de DIVMS fueron para las unidades G-1990 (69,14), AN-446 (63,78) y AN-430RR (63,50), mientras que para los coeficientes de DIVMO fueron las unidades G-1990 (71,78), AN-446 (65,20) y AN-447 (65,2). Las variedades AN-446 y AN-447 aparecen repetidamente en varios de los parámetros evaluados entre los más sobresalientes, sin embargo es necesario realizar nuevos estudios que permitan comprobar este comportamiento.

## ABSTRACT

**Evaluation of varieties and hybrids of ensiled corn (*Zea mays* L.)** This research was conducted to evaluate 16 corn varieties cultivated for silage. The evaluation included: fodder production of green and dry matter, protein content and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and organic matter digestibility (IVOMD). A completely randomized design was used for statistical analysis and Tukey mean separation was used when appropriated. Fodder production as kg/ha was higher for AN446 (114028), AN445 (110993), and AN430R (106389). Dry matter fodder production was higher for AN447 (29270), AN461 (28026), VS373 (25434). Protein content (%) was higher for G4657 (7.58), AN388 (7.28), and AN448 (7.17). The best values for IVDMD (%) were for G1990 (69.14), AN446 (63.78), and AN430RR (63.50), while the higher values for IVOMD (%) were for G1990 (71.78), AN446 (65.20), and AN447 (65.12). Varieties AN446 and AN447 appeared frequently with the best values in the parameters evaluated, therefore, new research has to be performed with these varieties to confirm results found in this study.



## INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.), es una planta anual originaria de México y Centroamérica. Actualmente se cultiva en todo el mundo y es utilizado tanto para la alimentación humana como animal. Este cereal es de suma im-

portancia en la actualidad ya que la población humana del mundo ha llegado a los 6000 millones de personas, por lo que se hace necesario incrementar la producción de alimentos que permitan alimentar esta población. Se hace indispensable encontrar alimentos que puedan ser usados en la alimentación animal que no compitan con

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 2 de abril del 2000. Presentado en la XLVI Reunión Anual del PCCMCA, San Juan, Puerto Rico, 2000.

<sup>2</sup> UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. E-mail: jesus\_fuentes@hotmail.com.

<sup>3</sup> ITA Conkal, Yucatán, México

<sup>4</sup> Tesista UAAAN

el hombre. Dentro de estos alimentos se encuentran los forrajes, que pueden ser utilizados en verde, henificados o ensilados. Las características de un buen forraje incluyen: el contenido de nutrientes, la digestibilidad, la palatabilidad, el rendimiento, etc. El maíz es un cultivo ideal para ensilar por su alto contenido de carbohidratos disponibles, su alto rendimiento de materia verde y su costo (Ahlgren 1949, Inchausti y Tagle 1987, Hodgson y Reed 1984). El empleo de alimentos conservados a través del ensilaje resulta muy atractivo por la flexibilidad que permiten para cubrir las necesidades de los animales, ya que posibilita la cosecha de los forrajes en etapas óptimas del crecimiento para disponer de un alimento de calidad máxima. Este almacenamiento asegura una calidad casi uniforme de los alimentos (Mc Dowell 1994). En forma similar Gross (1989) y Hodgson y Reed (1984), indican que los ensilados conservan la tasa de humedad y su valor nutritivo. Además permite el aprovechamiento total de la planta (Peñagaricano *et al.* 1986). La importancia del uso del ensilaje de maíz en la alimentación animal, radica en que interviene de manera muy principal en la producción de leche y en la engorda de ganado bovino (Watson y Smith 1984). Además, mediante este método se utilizan alimentos que de otra forma se perderían (Hodgson y Reed 1984), y se conservan alimentos con gran parte de su calidad original, por un lapso de tiempo prolongado, de este modo pueden ser utilizados cuando se les necesite (Peñagaricano *et al.* 1986).

Existen en México una gran cantidad de variedades e híbridos de maíz que son utilizados para ensilaje, por lo que los objetivos del presente estudio fueron: a) Determinar la producción de forraje por hectárea en base a materia verde y materia seca, b) Determinar el contenido de proteína y c) Determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la materia orgánica (DIVMO) de 16 variedades e híbridos de maíz ensilados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se localiza en las coordenadas 25°23' latitud Norte y 101° 03' longitud Oeste, a una altura de 1743 msnm (UAAAN, 1988). Se utilizaron 16 diferentes variedades e híbridos de maíz de madurez precoz, intermedia y tardía, y de procedencia nacional y extranjera, para probar su comportamiento forrajero (Cuadro 1).

Las variedades e híbridos de maíz fueron sembrados el 29 de abril de 1998 en parcelas con un área expe-

**Cuadro 1.** Variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ensilado, madurez y procedencia.

Variedades	Madurez	Procedencia
AN-388	Intermedia	Nacional
AN-430R	Intermedia	Nacional
AN-430RR	Intermedia	Nacional
AN-444	Intermedia	Nacional
AN-445	Intermedia	Nacional
AN-446	Intermedia	Nacional
AN-447	Tardía	Nacional
AN-448	Intermedia	Nacional
AN-461	Tardía	Nacional
AN-465	Tardía	Nacional
G-1990	Precoz	Importada
G-4500	Precoz	Importada
G-4657	Precoz	Importada
G-4673A	Intermedia	Importada
VS-373	Intermedia	Nacional
V-524	Intermedia	Nacional

rimental de 4,8 m<sup>2</sup> cada una, completamente al azar con dos surcos de tres metros de longitud, la distancia entre surcos fue de 0,8 m, contando cada surco con 21 plantas, distanciadas entre sí 15 cm. La densidad de siembra fue de 80000 plantas/hectárea. Se realizaron cuatro repeticiones. Los materiales se cosecharon el 9 de setiembre de 1998 a los 130 días de edad y fueron ensilados en microsilos de bolsas de polietileno por 90 días, procediendo luego a analizarlos de acuerdo a la metodología descrita por Becker (1961). Los análisis de la DIVMS y DIVMO se efectuaron de acuerdo al método descrito por Tejada (1983). Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, utilizando un modelo completamente al azar y separación de medias con la prueba de Tukey (Rodríguez 1988).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales que tuvieron mejor producción de forraje en base a materia verde (t/ha), tomando como criterio la media general de producción de forraje que fue de 95,19t/ha, fueron la AN446 (114,03), AN445 (110,99), AN430R (106,39), AN448 (104,26), AN447 (103,61), AN461 (100,56), VS373 (100,33), AN388 (96,85) y AN465 (95,96). El resto de los materiales se encontraron por debajo de la media. Estos materiales fueron la AN430RR (89,67), AN444 (85,86), G4673A (85,36), G1990 (84,05), G4500 (83,16), G4657 (81,70) y la V524 (69,47). Los resultados obtenidos (Cuadro 2) superan lo reportado por Duthill (1967), el cual menciona que con poblaciones de 60000 a 120000 plantas/ha se obtenían rendimientos de 50 a 80 t/ha de forraje verde. Sólo la V524 produjo menos de 80 t/ha (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Producción de forraje y contenido de proteína de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. UAAAN, Saltillo, Coah., México. 1998

Variedades	Materia verde (kg/ha)	Materia seca (kg/ha)	Proteína(%)
AN-388	96.852 ab	15.961 cd	7,28* ab
AN-430R	106.389 * ab	22.331 bcd	6,22 def
AN-430RR	89.667 ab	23.788 abcd	5,90 efg
AN-444	85.855 ab	14.904 d	6,57 bcde
AN-445	110.993* a	21.113 bcd	4,35 I
AN-446	114.028* a	22.486 bcd	6,22 def
AN-447	103.610 ab	29.270* a	6,42 cde
AN-448	104.264 ab	18.173 cd	7,17* abc
AN-461	100.560 ab	28.026* ab	5,81 efg
AN-465	95.956 ab	18.701 bcd	6,37 cdef
G-1990	84.053 ab	24.367 abcd	4,90 hi
G-4500	83.160 ab	24.948 abc	5,10 ghi
G-4657	81.696 ab	17.875 cd	7,58* a
G-4673A	85.362 ab	19.983 bcd	6,82 abcd
VS-373	100.333 ab	25.434* abc	6,11 def
V-524	69.467 b	22.618 bcd	5,60 fgh

\* Indica las tres variedades más sobresalientes en cada rubro.  
(a,b,c,d) Tratamientos con letras iguales no tienen diferencias ( $p \geq 0,05$ ).

En lo que se refiere a la producción de forraje en base a materia seca (t/ha), el promedio general obtenido fue de 22,06 t/ha, los materiales que superaron esta media fueron la AN-447 (29,27), AN461 (28,03), VS-373 (25,43), G4500 (2,95), G-1990 (24,37), AN-430 RR (23,79), V-524 (22,62) AN-446 (22,49), AN-430 R (22,33). El resto de los materiales tuvieron rendimientos inferiores a la media, dichos materiales son: AN-445 (21,13), G-4673 A (19,98), AN-465 (18,70), AN-448 (18,17), G-4657 (17,88), AN-388 (15,96), AN-444 (14,90). Los materiales que presentaron mejores contenidos de proteína fueron: G-4657 (7,58%), AN-388 (7,28), AN-448 (7,17%), G-4673 A (6,82%), AN-444 (6,57%), AN 447 (6,42%), AN-465 (6,37%), AN-430R (6,22%), AN-446 (6,22%); el resto de los materiales se encuentran por debajo de la media general de contenido de proteína que es de 6,15%, dichos materiales son: VS-373 (6,11%), AN-430RR (5,90%), AN-461 (5,81%), V-524 (5,60%), G-4500 (5,10%), G-1990 (4,90%), AN-445 (4,35%) (Cuadro 2).

Es necesario resaltar que los materiales con mayor producción de proteína (kg/ha) fueron la AN447 con 1879,6; la AN461 con 1628,3 y la VS373 con 1554,0. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Morrison (1965) quien reporta contenidos de 6,80% de proteína en forrajes con contenido medio de agua y en ensilajes de maduración completa reporta 7,33% de proteína. Como puede observarse, sólo los materiales G-4657, AN-388, AN-448 y G-4657 superó al 7,33% reportado por Morrison (1965). Sin embargo, los datos no concuerdan con lo reportado por Church (1982), que

menciona que para ensilajes de maduración blanda (estado masoso), existe un contenido de 8,0% de proteína; lo mismo reportó Gross (1989) para maíz ensilado en su fase de madurez de grano lechoso (Cuadro 2).

La N.R.C. (1976), reporta para ensilaje de maíz maduro, con menos del 50% de materia seca, un contenido de proteína de 7,8%, cifra no alcanzada por ninguno de los materiales evaluados. Sonko *et al.* (1986) reportó 7,30% de proteína en ensilajes de madurez completa, solo la variedad G-4657 supera a este porcentaje.

Por otra parte, Fuentes *et al.* (2000), analizando diferentes variedades e híbridos de maíz ensilado, encontró un contenido de proteína de 6,27%, lo cual es similar a lo encontrado en esta investigación, ya que los materiales G-4657, AN-388, AN-448, G-4673A, AN444, AN-447 y AN-465, superan el porcentaje anterior. Es necesario resaltar que los materiales con mayor producción de proteína (kg/ha) fueron la AN447 con 1879,60 la AN461 con 1628,30 la VS373 con 1554,00

Los materiales con valores de DIVMS (%) superiores a la media de 58,64% fueron la G1990 (69,14), AN446 (63,78), AN430RR (63,50), AN447 (62,99), V524 (62,26), G4673A (60,93), G4657 (59,36) y la G4500 (58,76). El resto de los materiales se encontraron por debajo de la media, la VS373 (57,30), AN388 (56,67), AN461 (55,79), AN430R (55,03), AN444 (54,24), AN465 (53,50), AN448 (52,56) y la AN445 (52,38) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVM.O) de 16 variedades de maíz (*Zea mays* L) ensilado. UAAAN, Saltillo, Coah., México. 1998

Variedades	D.I.V.M.S. (%)	D.I.V.M.O. (%)
AN-388	56,67 defg	58,43 cd
AN-430R	55,03 efg	57,36 cde
AN-430RR	63,50* b	64,39 b
AN-444	54,24 fg	54,83 de
AN-445	52,38 g	54,48 de
AN-446	63,78* b	65,20 * b
AN-447	62,99 bc	65,12 * b
AN-448	52,56 g	52,88 e
AN-461	55,79 efg	57,25 cde
AN-465	53,50 fg	56,15 de
G-1990	69,14* a	71,78* a
G-4500	58,76 cde	61,58 bc
G-4657	59,36 bcde	61,77 bc
G-4673A	60,93 bcd	63,64 b
VS-373	57,30 def	58,98 cd
V-524	62,26 bc	64,23 b

\* Tres variedades más sobresalientes para digestibilidad. (a,b,c,d,e,f,g) Tratamientos con letras iguales no tienen diferencias ( $p \geq 0,05$ )

Los resultados encontrados en cuanto a la DIVMS son inferiores a los indicados por Church (1982) de 70%, la NRC (1976) de 71% y Paladines (1967) de 70,9% lo cual puede ser explicado por el estado de maduración de los materiales al ser ensilados (maduro), lo que concuerda con lo mencionado por Huges *et al.* (1986) y Van Soest (1970), que indican que mientras más tierno sea el forraje mayor será su digestibilidad. Sin embargo estudios de Urrutia *et al.* (1982), y Fuentes *et al.* (2000) reportan valores de DIVMS de 59,95 y 58,71%, respectivamente, los cuales son similares a las encontradas en este estudio.

En relación a los resultados encontrados en cuanto a la DIVMO (%) indican que los materiales con valores superiores a la media fueron la G1990 (71,78), AN446 (65,20), AN447 (65,12), AN430RR (64,39), V524 (64,23), G4673A (63,64), G4657 (61,77) y la G4500 (61,58). Por otra parte los materiales con valores por debajo de la media fueron la VS373 (58,98), AN388 (58,43), AN430R (57,36), AN461 (57,25), AN444 (54,83), AN445 (54,48), y la AN448 (52,88) (Cuadro 3).

Los resultados de la DIVMO encontrados en este estudio para los materiales con valores superiores a la media (60,56%) son similares a los reportados por Fuentes *et al.* (2000) de 60,6% y Urrutia (1982) de 58,57%, pero inferiores a los reportados por Gross (1969) de 87% y Struik (1986) de 69,5%, probablemente debido al estado de maduración de los materiales al

ser ensilados que coincide con los reportado por Huges *et al.* (1986) y Van Soest (1970).

## CONCLUSIONES

Los materiales evaluados en este estudio en general presentan buenas características en los parámetros estudiados, sin embargo es necesario realizar nuevas investigaciones con los materiales más sobresalientes que consideren una evaluación donde se incorporen parámetros de producción animal.

## LITERATURA CITADA

- AHLGREEN, G.H. 1949. Forage Crops. New York. USA. Ed. McGraw.Hill. p. 200-212.
- BECKER, M. 1961. Análisis y valoración de piensos y forrajes. Zaragoza, España. Ed. Acribia. p. 19-24.
- CHURCH, D.C. 1982. Digestive physiology and nutrition of ruminants. 2<sup>nd</sup> Edition. Corvallis, OR, USA. p. 412.
- DUTHILL, J. 1967. Producción de forrajes. Madrid, España. Ed. Mundiprensa. p. 114-121.
- FUENTES, R. J.; GÓMEZ, A; GLORIA, G.; CASTRO, L.; ORTIZ, B.; RODRÍGUEZ, S. 2000. Evaluación de 17 variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ensilado. In Villalobos, G. ed. VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Chihuahua, Chih. México. p. 18.
- GROSS, F. 1989. Silos y Ensilados. Zaragoza, España. Ed. Acribia. p. 274.
- HODGSON, R.E.; REED, O.E. 1984. La industria lechera en América. México. 3<sup>a</sup>. Ed. Pax. 368 p.
- HUGHES, J.T.; KROULICK, T.W.; FAIREY, N.A. 1986. Hybrid maturity and relative importance for the assessment of the forage potential amize genotypes grown in marginal and non marginal environments. Can. J. Anim. Sci. 60:539-545.
- INCHAUSTI, D.; TAGLE, E.C. 1987. Bovinotecnia. Buenos Aires, Argentina. Ed. El Ateneo. 729 p.
- MCDOWELL, R.E. 1994. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 692 p.
- MORRISON, F.B. 1965. Alimentos y alimentación del ganado. México. Ed. Uteha. 1207 p.
- NRC (National Research Council). 1976. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C. USA. National Academy of Sciences. 56 p.

- PALADINES, O. 1967. Métodos *in vitro* para determinar el valor nutritivo de los forrajes. *In* Paladines, O. ed. Symposium O.N.U. Estanzuela, Uruguay. 157 p.
- PEÑAGARICANO, J.A.; ARIAS, W.; LLANEZA, N.J. 1986. Ensilaje y utilización de las reservas forrajeras. Montevideo, Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. 344 p.
- RODRÍGUEZ, A.J. 1988. Métodos de investigación pecuaria. Diseños Experimentales. Saltillo, Coahuila, México. Departamento de Estadística y Cálculo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 275 p.
- SONKO, M.P.; BAKAI, A.F.; TELYATNIKOV, N. 1986. Increasing the quality of feeds. *Zhivotnovodstvo*. 9:46-47.
- STRUIK, K.M. 1986. Effect of plant density on yield, fermentability and feeding value of maize silage. *Wirtschaftseigene Futter* (German Federal Republic). 31:35-44.
- TEJADA, H.I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en alimentación animal. SARH-INIP. México.
- UAAAN (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). 1988. Boletín agrometeorológico (México) 2:12.
- URRUTIA, M.; MARTÍNEZ, L.; SHIMADA, A. 1982. Valor nutritivo de rastrojo y ensilaje de maíz con o sin mazorca tratados con hidróxido de sodio para borregos en crecimiento. *Tec. Pec. Mex.* 42:7-16.
- VAN SOEST, P. J. 1970. The chemical basis for nutritive evaluation of forages. *Proc. Nat. Conf. on Forage Quality Evaluation and Utilization*. Lincoln, Nebraska, USA. 78 p.
- WATSON, J.; SMITH, A.M. 1984. *El ensilaje*. 9a. ed. México. Ed. CECSA. 183 p.