



Agronomía Costarricense  
ISSN: 0377-9424  
rac.cia@ucr.ac.cr  
Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

Elizondo-Salazar, Jorge Alberto  
INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y ALTURA DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR  
NUTRITIVO DE MAÍZ PARA ENSILAJE  
Agronomía Costarricense, vol. 35, núm. 2, 2011, pp. 105-111  
Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43622356009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Nota técnica

**INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y ALTURA DE COSECHA SOBRE  
EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE MAÍZ PARA ENSILAJE<sup>1</sup>**

*Jorge Alberto Elizondo-Salazar\**

**Palabras clave:** Altura de corte, ensilaje de maíz, calidad nutricional, forraje, Zea mays.

**Keywords:** Cutting height, corn silage, nutritional quality, forage, Zea mays.

Recibido: 12/05/11

Aceptado: 04/10/11

**RESUMEN**

Se evaluó el rendimiento y calidad de 2 cultivares de maíz, de la misma edad, ambos cosechados a 2 diferentes alturas de corte, en la Estación Experimental “Alfredo Volio Mata”, Universidad de Costa Rica. Se empleó maíz criollo forrajero y maíz híbrido. Ambos cultivares se cosecharon a los 107 días. Se empleó un diseño irrestrictamente al azar, con tratamientos en arreglo factorial 2x2. El primer factor, 2 cultivares de maíz y el segundo 2 alturas de corte (15 y 45 cm sobre el nivel del suelo). Con el maíz criollo cosechado a 15 cm de altura se obtuvo rendimientos de 131,9 ton de forraje verde y 15,2 ton.ha<sup>-1</sup> de biomasa seca, mientras que cuando se cosechó a 45 cm de altura los rendimientos fueron de 88,1 y 10,4 ton.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Con respecto al maíz híbrido, cuando se cosechó a 15 cm de altura los rendimientos fueron de 82,6 ton de forraje verde y 11,0 ton.ha<sup>-1</sup> de biomasa seca, mientras que cuando se cosechó a 45 cm de altura los rendimientos fueron de 76,2 y 10,4 ton.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La relación hoja-tallo, tanto en forraje verde como en seco y sin importar la altura de corte, fue siempre mayor para el cultivar híbrido.

**ABSTRACT**

**Influence of variety and cutting height on yield and nutritive value of corn for silage.** In order to determine the yield and quality of 2 maize cultivars, evaluated at the same age and harvested at 2 different cutting heights, an experiment was conducted at the “Alfredo Volio Mata” Experiment Station of the University of Costa Rica. A native and a hybrid cultivar were used, both harvested at 107 days of age. An unrestricted random design was used, with treatments in a 2x2 factorial arrangement; the first factor, 2 cultivars and the second, 2 cutting heights (15 and 45 cm above ground level). With native corn harvested at 15 cm of height, 131.9 ton of green fodder and 15.2 ton.ha<sup>-1</sup> of dry biomass were obtained, while when harvested at 45 cm of height yields were 88.1 and 10.4 ton.ha<sup>-1</sup>, respectively. With respect to hybrid corn harvested at 15 cm of height, 82.6 ton of green fodder and 11.0 ton.ha<sup>-1</sup> of dry biomass were obtained, while when harvested at 45 cm of height yields were 76.2 and 10.4 ton.ha<sup>-1</sup>, respectively. Leaf: stem ratio in both green and dry biomass, regardless of cutting height, was always greater for the hybrid cultivar.

<sup>1</sup> Inscrito en Vicerrectoría de Investigación N°. 737-A9-247.

\* Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias,

Universidad de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.  
Correo electrónico: jorge.elizondosalazar@ucr.ac.cr

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de materia seca de la planta entera, que osciló entre 11,64 y 13,68% para ambos cultivares y ambas alturas de corte. El contenido de PC y FDN no mostró variación al considerar las hojas o tallos de los cultivares a las diferentes alturas, ni al considerar la planta entera. Estos resultados sugieren que incrementar la altura de corte, de 15 a 45 cm sobre el nivel del suelo, no incrementa significativamente la calidad nutricional del forraje de maíz para ensilaje.

No significant differences were found in dry matter concentration for the whole plant, which ranged from 11.64 to 13.68% considering both cultivars and both cutting heights. CP and NDF concentration did not differ, whether considering leaves or stems of cultivars at different cutting heights, nor when considering the whole plant. These results suggest that increasing the cutting height, from 15 to 45 cm above ground, does not significantly improve nutritional quality of maize forage for silage.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche y de carne se basan en la utilización de pasturas, no obstante para aumentar la cantidad y calidad de biomasa comestible, se utilizan fuentes forrajeras que puedan desarrollarse favorablemente bajo ciertas condiciones ambientales (Elizondo y Boschini 2002). Así por ejemplo, el maíz es una de esas fuentes forrajeras que por sus buenas condiciones agronómicas, fermentativas, alta concentración de nutrientes y excelente palatabilidad es muy utilizado para la alimentación del ganado de leche en Costa Rica y en muchas otras áreas del mundo. Sin embargo, por lo general se le ha dado mucho énfasis a la producción total de materia seca y este componente, por sí solo, es un pobre indicador del valor nutricional (Neylon y Kung 2003).

En la última década se ha desarrollado un interés particular en cortar las plantas de maíz a una altura mayor con el fin de mejorar la calidad del forraje a ensilar. Se ha observado por ejemplo, que cortar las plantas a una altura superior de los 15 cm, puede incrementar la calidad del material a ensilar, ya que la parte más baja del tallo se considera de menor digestibilidad (Tolera y Sundstol 1999).

Wu y Roth (2005) analizaron los datos de 11 experimentos en los que la planta de maíz

para ensilaje fue cosechada a una altura baja o alta. Los autores reportaron que cortar a una altura alta, cerca de 50 cm de tallo en el campo incrementó el contenido de proteína cruda (PC), la energía neta de lactancia ( $EN_L$ ) la digestión de la fibra detergente neutro (FDN) y la cantidad de leche producida por tonelada de ensilaje ofrecido cuando se comparó con una altura de corte considerada normal esto es, cerca de 15 cm.

En Costa Rica y México, diversos estudios han evaluado el rendimiento y calidad de diferentes cultivares de maíz para ser utilizados en la alimentación animal (Elizondo y Boschini 2001, Fuentes et al. 2001, Elizondo y Boschini 2002, Elizondo y Boschini 2003, Boschini y Elizondo 2004a), pero ningún ensayo ha evaluado el efecto de aumentar la altura de corte sobre la producción y calidad nutricional. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue el determinar el rendimiento y calidad de 2 cultivares de maíz evaluados a la misma edad y cosechados a 2 diferentes alturas de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el segundo semestre del 2009 durante la época lluviosa, en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, ubicada en el Alto de Ochomogo en la Provincia

de Cartago. Su altitud es de 1542 msnm, con una precipitación media anual de 2050 mm distribuida de mayo a noviembre y una humedad relativa media de 84%. La temperatura media anual es de 19,3°C, que ha alcanzado como máximo 23°C y como mínimo 13°C. El suelo se clasifica como Tipic Dystrandepts (Vásquez 1982), formados por cenizas volcánicas recientes, con una textura franco arcillo arenoso, un pH de 5,8 y un contenido de materia orgánica de 6,24%, con excelentes condiciones físicas y buenas características químicas, con vocación agrícola limitada por la topografía.

Para las labores de siembra, se araron y rastrearón 2 hectáreas de un terreno pues presentaba una pendiente del 10%, en el cual se establecería el cultivo. En una hectárea se sembró maíz criollo amarillo forrajero adaptado a la zona de Cartago y en la otra hectárea se sembró maíz híbrido blanco, Pioneer 3041. Previo a la siembra, el terreno se surcó a 70 cm; se aplicó fertilizante 10-30-10 NPK a razón de 350 kg.ha<sup>-1</sup> y se procedió a sembrar la semilla de forma manual distribuida a 40 cm entre plantas; se depositaron 3 semillas por golpe, para una densidad teórica de 107 142 plantas.ha<sup>-1</sup>. Dos días posteriores a la siembra, se aplicaron 2 kg del herbicida preemergente Atrazina 900 g/kg disuelto en 200 l de agua y asperjado con bomba de espalda, para controlar el ciclo vegetativo de las malezas. Un mes y medio después de la siembra, se aplicó 250 kg.ha<sup>-1</sup> de N como nitrato de amonio.

Ambas variedades se cosecharon a los 107 días. En cada ha, se cortaron de forma manual todas las plantas presentes en 6 segmentos de 5 m lineales cada uno, seleccionados de forma aleatoria dentro del área cultivada. En promedio, cada segmento estaba constituido por 24 plantas. Tres de las muestras se cortaron a 15 cm y las otras 3 se cosecharon a 45 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, se pesó el material cosechado para estimar la producción de materia verde total. Luego las muestras se separaron en tallos, hojas y mazorcas para pesar cada componente. Seguidamente se cuarteó el material, se tomó una muestra representativa de cada componente y se

secó a 60°C durante 48 h hasta alcanzar un peso constante. Finalmente las muestras se molieron a 1 mm y se determinó el contenido de materia seca en una estufa a 105°C, la proteína cruda por el método de Kjeldahl y las cenizas totales (AOAC 2000). La fibra neutro detergente y la fibra ácido detergente fueron analizadas por el método de Goering y Van Soest (1970).

Se empleó un diseño irrestrictamente al azar, con tratamientos en arreglo factorial 2x2, el primer factor: 2 variedades de maíz y el segundo: 2 alturas de corte. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS 2009). Se efectuó la separación de medias con la prueba de Waller-Duncan, en aquellas variables que resultaron significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento por área y relación hoja-tallo

La producción de materia verde y seca (kg.ha<sup>-1</sup>) de la planta entera y de sus diferentes secciones y la relación hoja-tallo tanto en verde como seca se presenta en el Cuadro 1. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) cuando se consideró la variedad y la altura de corte. Con el maíz criollo cosechado a 15 cm de altura se obtuvieron los mayores rendimientos con 131,9 ton de forraje verde y 15,2 ton.ha<sup>-1</sup> de biomasa seca. La relación hoja-tallo fue mayor para la variedad híbrida.

Materiales genéticos criollos de la parte alta de Cartago en Costa Rica cosechados a 10 cm sobre el nivel del suelo, han dado rendimientos de 88,0 y 11,2 t.ha<sup>-1</sup> de materia verde y seca, respectivamente a 107 días de crecimiento con relaciones hoja-tallo en seco de 0,53 (Amador y Boschini 2000). En similares condiciones, el criollo blanco registró rendimientos de 15 a 20 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca (a 147 días de cosecha) y el híbrido 3002 W de 7,0 a 9,2 t.ha<sup>-1</sup> (a 119 días de cosecha), con relaciones hoja-tallo de 0,62 y 0,34 respectivamente (Boschini y Elizondo 2004b).

Cuadro 1. Rendimiento y relación hoja: tallo de 2 variedades de maíz cosechadas a diferente altura de corte. Cartago, Costa Rica, 2009.

	Maíz híbrido		Maíz criollo	
	15 cm	45 cm	15 cm	45 cm
<b>Forraje verde, kg.ha<sup>-1</sup></b>				
Hoja	18 333 <sup>b</sup>	16 667 <sup>b</sup>	30 476 <sup>a</sup>	21 905 <sup>b</sup>
Tallo	34 762 <sup>c</sup>	28 571 <sup>c</sup>	84 762 <sup>a</sup>	64 286 <sup>b</sup>
Mazorca	29 524 <sup>a</sup>	30 952 <sup>a</sup>	16 667 <sup>b</sup>	1905 <sup>c</sup>
Planta entera	82 619 <sup>b</sup>	76 190 <sup>b</sup>	131 905 <sup>a</sup>	88 096 <sup>b</sup>
Relación Hoja:Tallo	0,56 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,34 <sup>b</sup>
<b>Forraje seco, kg.ha<sup>-1</sup></b>				
Hoja	3345 <sup>b</sup>	3142 <sup>b</sup>	5176 <sup>a</sup>	3306 <sup>b</sup>
Tallo	4492 <sup>c</sup>	4000 <sup>c</sup>	8623 <sup>a</sup>	6883 <sup>b</sup>
Mazorca	3142 <sup>a</sup>	3281 <sup>a</sup>	1481 <sup>b</sup>	196 <sup>c</sup>
Planta entera	10 979 <sup>b</sup>	10 423 <sup>b</sup>	15 280 <sup>a</sup>	10 385 <sup>b</sup>
Relación Hoja:Tallo	0,80 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,60 <sup>b</sup>	0,48 <sup>c</sup>

<sup>abc</sup> Representan diferencias significativas en una misma fila ( $p < 0,05$ ).

Estudios realizados en los Estados Unidos han reportado disminuciones numéricas no significativas en los rendimientos de biomasa al incrementar la altura de corte (Neylon y Kung 2003). En general estas disminuciones oscilan entre un 5 y 10%. En el presente ensayo, no se observó una diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en los rendimientos de forraje verde y seco para la variedad híbrida cuando se incrementó la altura de corte, pero si se pudo observar una disminución de alrededor de un 33% en la variedad criolla. Cuando se considera la variedad, hay que destacar el aporte que hace el rendimiento de la mazorca en el maíz híbrido, ya que prácticamente la mazorca aporta 32 ton cuando el maíz se cosechó indistintamente a 15 ó 45 cm sobre el nivel del suelo, mientras que en la variedad criolla cortada a 15 cm aporta alrededor de 16,6 ton, valor muy similar al reportado por Boschini y Elizondo (2004) cuando cosecharon maíz híbrido a 98 días. Es importante indicar que la variedad criolla es de porte muy alto, el cual varía entre los 3 y 4 m y posee un tallo de gran grosor (Amador y Boschini 2000), mientras que

las variedades híbridas son de porte bajo y la relación hoja-tallo es siempre más alta con respecto a la variedad criolla, por ello la reducción tan significativa en el rendimiento de la variedad criolla.

### Producción y composición química

La concentración de materia seca, proteína cruda, FDN, FAD y cenizas determinadas en la hoja, tallo y mazorca de la planta de maíz, se presentan en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la concentración de materia seca en hojas y tallos al comparar ambos cultivares. El cultivar híbrido presentó las mayores concentraciones. Sin embargo, no se encontraron diferencias en ninguno de los 2 cultivares cuando se incrementó la altura de cosecha. Los valores obtenidos en el presente ensayo para esta variable son muy similares a los obtenidos en otras investigaciones (Elizondo y Boschini 2001, Elizondo y Boschini 2003, Boschini y Elizondo 2004a) y se observa que la concentración de

Cuadro 2. Composición química de 2 variedades de maíz cosechadas a diferentes alturas de corte. Cartago, Costa Rica. 2009.

	Maíz híbrido		Maíz criollo	
	15 cm	45 cm	15 cm	45 cm
<b>Materia seca, %</b>				
Hoja	18,38 <sup>a</sup>	18,89 <sup>a</sup>	17,09 <sup>a</sup>	14,84 <sup>b</sup>
Tallo	12,91 <sup>a</sup>	14,11 <sup>a</sup>	10,12 <sup>b</sup>	10,71 <sup>b</sup>
Mazorca	10,64	10,60	9,47	10,14
Planta entera	13,30	13,68	11,64	11,75
<b>Proteína cruda, %</b>				
Hoja	17,32	17,30	17,81	17,48
Tallo	7,30	7,14	7,79	8,04
Mazorca	11,91 <sup>c</sup>	12,89 <sup>c</sup>	16,88 <sup>a</sup>	15,21 <sup>b</sup>
Planta entera	11,80	12,06	12,10	11,10
<b>FDN, %</b>				
Hoja	68,87	66,89	66,98	66,42
Tallo	77,56	77,26	77,13	78,02
Mazorca	70,29 <sup>b</sup>	66,37 <sup>b</sup>	57,45 <sup>a</sup>	56,80 <sup>a</sup>
Planta entera	72,67	70,64	71,64	73,98
<b>FAD, %</b>				
Hoja	35,79	34,23	34,78	34,23
Tallo	50,08 <sup>a</sup>	47,99 <sup>a</sup>	52,60 <sup>b</sup>	52,55 <sup>b</sup>
Mazorca	33,82 <sup>b</sup>	31,49 <sup>b</sup>	27,98 <sup>a</sup>	25,71 <sup>a</sup>
Planta entera	40,80 <sup>a</sup>	38,57 <sup>a</sup>	44,29 <sup>b</sup>	46,22 <sup>b</sup>
<b>Cenizas, %</b>				
Hoja	13,48	13,10	13,65	13,14
Tallo	8,91 <sup>b</sup>	7,95 <sup>a</sup>	11,10 <sup>c</sup>	10,49 <sup>c</sup>
Mazorca	5,61 <sup>a</sup>	5,66 <sup>a</sup>	8,71 <sup>b</sup>	8,12 <sup>b</sup>
Planta entera	9,38 <sup>b</sup>	8,76 <sup>b</sup>	11,79 <sup>a</sup>	11,28 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Representan diferencias significativas en una misma fila ( $p < 0,05$ ).

materia seca en la hoja es mayor que la del tallo, sin importar la variedad o la altura de corte.

El contenido de PC y FDN no mostró variación al considerar las hojas o tallos de los diferentes cultivares pero si al considerar la mazorca. La mazorca del maíz híbrido presenta una menor concentración de PC y mayor concentración de FDN al compararse con la

variedad criolla. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas cuando se consideró el incremento en la altura de corte. El contenido de PC fue siempre superior en hoja que en tallo, mientras que la concentración de FDN fue siempre superior en tallo. Al considerar el promedio de la producción de materia seca por área y el promedio de la concentración de PC para las

variables estudiadas, se estima que el cultivo de maíz extrajo 221 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

Al considerar la FAD y las cenizas, se puede observar que igualmente se obtuvieron diferencias significativas entre cultivares, pero prácticamente no se determinaron diferencias cuando se evaluó la altura de corte.

Encontrar diferencias significativas entre cultivares con respecto a la calidad nutricional, es consistente con trabajos llevados a cabo en Costa Rica (Elizondo y Boschini 2001, Elizondo y Boschini 2002, Elizondo y Boschini 2003, Boschini y Elizondo 2004b). Sin embargo, incrementar la altura de corte como un método para mejorar la calidad nutricional del forraje cosechado, es algo que no se había hecho en nuestro país. Con el presente ensayo se hipotetizaba que al incrementar la altura de corte mejoraría la calidad del forraje cosechado, ya que se esperaba un incremento en la concentración de MS, PC y cenizas, y una disminución significativa en la concentración de FDN y FAD debido a que deja en el campo una porción del tallo que es fibroso y altamente lignificado (Tolera y Sundstol 1999, Amador y Boschini 2000, Elizondo y Boschini 2001, Elizondo y Boschini 2002, Elizondo y Boschini 2003, Boschini y Elizondo 2004b). No obstante, los cambios positivos no fueron significativos ( $p>0,05$ ).

En un ensayo llevado a cabo en los Estados Unidos, donde se estudió la composición nutricional de 3 híbridos cosechados a 12,7 ó 45,7 cm sobre el nivel del suelo, se encontró que incrementar la altura de corte aumentó significativamente la concentración de materia seca, pero disminuyó la concentración de proteína cruda y FAD, y no afectó la concentración de FDN ( $p>0,05$ ) (Neylon y Kung 2003). Los autores también encontraron un incremento moderado en la concentración de almidones y en la digestibilidad in vitro de la FDN. Por su parte, Bernard et al. (2004) comparó alturas de cosecha de 10 y 30 cm sobre el nivel del suelo y encontró que cosechar las plantas a una altura mayor disminuyó la concentración de FAD ( $p<0,01$ ) pero no encontraron diferencias en la

concentración de FDN o en la digestibilidad verdadera in vitro de la materia seca. En otro estudio Kung et al. (2008) utilizó alturas de corte de 10 y 50 cm, no encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos, pero señalan incrementos numéricos en la concentración de MS y PC y disminuciones en la FDN y FAD, tal como se obtuvo en la variedad híbrida en el presente ensayo.

En general, la respuesta sobre las variables estudiadas puede estar influenciada por muchos otros factores, además de la altura de corte. Por ejemplo, es bien conocido que las condiciones climáticas y la cantidad de humedad afecta considerablemente el contenido de materia seca y los componentes celulares de los forrajes. De la misma manera, la fertilidad del suelo y la aplicación de minerales afectan la producción de biomasa y su contenido nutricional. Igualmente, algunas variedades pueden contener más azúcares en el tallo o puede que la digestibilidad del tallo sea alta y la respuesta en la calidad debido a la altura de corte puede ser muy poca o nula.

Es importante indicar que diversos estudios han encontrado una tendencia a mayor producción láctea en ganado lechero cuando se alimentan con forraje cosechado a mayor altura, en comparación cuando se cosecha a una altura menor (Neylon y Kung 2003, Kung et al. 2008). No obstante, otros estudios no han observado ningún incremento en la producción de leche cuando los animales se alimentaron con forraje cosechado a una mayor altura de la normal (Domínguez et al. 2002, Domínguez y Satter 2003).

A pesar de toda la información obtenida, y los análisis de laboratorio realizados, es muy importante, darle seguimiento al desempeño de los animales para determinar la validez de cosechar las plantas de maíz a una altura superior de lo establecido como normal. Otro aspecto a considerar es que cosechar a una altura mayor, deja más residuo en el campo, lo que podría mejorar la protección contra la erosión del suelo.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio utilizó 2 variedades de maíz, donde las plantas se cosecharon a una misma edad y a diferentes alturas de corte. Se pudo determinar que el rendimiento del maíz criollo es superior al de maíz híbrido. La concentración de MS fue mayor en las hojas que en los tallos en los cultivares estudiados sin importar la altura de corte. No se encontraron diferencias significativas importantes entre cultivares o alturas de corte para los contenidos de PC y FDN, caso contrario sucedió con la FAD y las cenizas. Incrementar la altura de corte de 15 a 45 cm sobre el nivel del suelo, bajo las condiciones experimentales en las que se llevó a cabo el presente ensayo, no incrementó significativamente la calidad nutricional del forraje de maíz para ensilaje. Es recomendable llevar a cabo próximos ensayos con animales, para poder determinar si existen diferencias a nivel de desempeño de los animales cuando se alimenta forraje de maíz cosechado a una altura superior a la considerada como normal.

## LITERATURA CITADA

- AMADOR A.L., BOSCHINI C. 2000. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1):171-177.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th edition. Association of Official Analytical Chemistry. Washington, DC. Chapter 4:1-56.
- BERNARD J.K., WEST J.W., TRAMMELL D.S., CROSS G.H. 2004. Influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87(7):2172-2176.
- BOSCHINI C., ELIZONDO J.A. 2004a. Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. *Agronomía Mesoamericana* 15(1):31-37.
- BOSCHINI C., ELIZONDO J.A. 2004b. Rendimiento de forraje de dos materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a diferentes distancias de siembra. *Revista Agronomía Tropical* 34:87-92.
- DOMÍNGUEZ D., MOREIRA V., SATTER L. 2002. Effect of feeding brown mibrib-3 corn silage or conventional corn silage cut at either 23 or 71 cm on milk yield and composition. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1)* 85:384 (Abstr.).
- DOMÍNGUEZ D., SATTER L. 2003. Feeding brown mibrib-3 corn silage or conventional corn silage cut at either 20 or 66 cm of height to early lactation cows. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1)* 86:231 (Abstr.).
- ELIZONDO J.A., BOSCHINI C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):181-187.
- ELIZONDO J.A., BOSCHINI C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana* 13(1):13-17.
- ELIZONDO J.A., BOSCHINI C. 2003. Valoración nutricional de dos variedades de maíz usadas en la producción de forraje para bovinos. *Pastos y Forrajes* 26(4):347-353.
- FUENTES J., CRUZ A., CASTRO L., GLORIA G., RODRÍGUEZ S., ORTÍZ DE LA ROSA B. 2001. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):193-197.
- GOERING H., VAN SOEST P. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, procedures and some Applications). *Agricultural Handbook No. ARS-USDA*, Washington, DC. 76 p.
- KUNG L., MOULDER B.M., MULROONEY C.M., TELLER R.S., SCHMIDT R.J. 2008. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with brown midrib corn silage fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 91(4):1451-1457.
- NEYLON J.M., KUNG L. 2003. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 86(6):2163-2169.
- SAS. 2009. SAS/STAT Software. Release 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- TOLERA A., SUNDSTOL F. 1999. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of stover. *Anim. Feed Sci. Tech.* 81:1-16.
- VÁSQUEZ A. 1982. Estudio detallado de los suelos de la Estación Experimental de Ganado Lechero El Alto. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 36 p.
- WU Z., ROTH G. 2005. Considerations in managing cutting height of corn silage. Extension publication DAS 03-72. The Pennsylvania State University, University Park. 7 p.



