

# EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MAÍZ<sup>1</sup>

Jorge Elizondo<sup>2</sup>, Carlos Boschini<sup>2</sup>

## RESUMEN

**Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz.** El experimento se llevó a cabo con el objetivo de determinar la variación cuantitativa y cualitativa del forraje de maíz a través de diferentes edades y densidades de siembra. Se usaron tres parcelas experimentales utilizando tres distancias de siembra: 30 x 70 cm, 50 x 70 cm y 70 x 70 cm. Se determinó el contenido de materia seca, proteína cruda, cenizas totales, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y la lignina, así como los valores de celulosa y hemicelulosa para los diferentes componentes de la planta. La producción total de materia verde (kg/ha) difirió significativamente ( $P<0,05$ ) al variar la densidad de siembra. La concentración de materia seca en la hoja fue mayor a la presente en el tallo en cualquiera de las tres distancias de siembra. Para el contenido de proteína cruda en los diferentes componentes de la planta no se encontraron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) al variar la distancia entre plantas. El contenido de FAD fue siempre superior en tallo que en hoja. La edad de crecimiento repercutió considerablemente sobre la producción y el contenido nutricional de las diferentes partes de la planta. Antes de los 70 días de edad, la acumulación de materia seca en hojas fue superior al de tallo. Posterior a esa edad, la relación se invirtió. El nivel de proteína cruda en la hoja fue superior al 18% en los primeros 70 días de crecimiento, luego disminuyó progresivamente hasta alcanzar un nivel de 13% al final del período. Los valores más bajos de FAD se presentaron antes de los 84 días de crecimiento tanto en hojas como en tallo. Bajo las condiciones ambientales de este experimento, la densidad de siembra óptima rondó las 48000 plantas/hectárea.

## ABSTRACT

**Effect of plant density on yield and quality of corn fodder.** The experiment was conducted at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica, located at 1542 meters above sea level. The purpose was to determine the effect of plant density on total forage mass and the nutritive value of corn. Three different plant distances were used: 30 x 70 cm, 50 x 70 cm and 70 x 70 cm resulting in 47619, 28600 and 20449 plants per hectare, respectively. The first sampling was taken out 42 days after establishment and every two weeks thereafter, until 126 days. Dry matter, crude protein, ashes, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin were analyzed for different parts of the plant. The values for cellulose and hemicelulose were calculated. Total forage mass (kg/ha) was greater at higher plant densities. Dry matter content of leaves was higher than in stems, all of the plant densities. No significant difference ( $P<0,05$ ) was found for crude protein content in the different parts of the plant. ADF was always higher in stems than in leaves. Stage of growth considerably affects biomass yield and nutritional quality of fodder. Before 70 days the dry matter content in leaves was higher than in stems. Latter accumulation of dry matter in stems was greater than in leaves. Crude protein content in leaves was over 18% during the first 70 days, then decreases a level of 13% at the end of the period. The lowest value of ADF was found before 84 days in leaves and stems. Under the environmental conditions of this experiment, it appears that plant densities of about 48000 plants per hectare are optimal.



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas de producción de leche y carne debe estar orientado hacia una productividad económica, por lo que éstos deben depender cada vez más de alimentos de bajo costo y fácil manejo. Esto puede

lograrse implementando la agricultura de gramíneas y leguminosas para producir forrajes perennes o temporales de alta producción y calidad.

Entre las especies forrajeras que ofrecen estas características se encuentra el maíz (*Zea mays*), que es un

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 23 de abril del 2001. Proyecto No. 737-97-006 inscrito en Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. Tel: (506) 279-5840/279-5850. E-mail: jaelizon@cariari.ucr.ac.cr; boschini@cariari.ucr.ac.cr.

cultivo anual, con un ciclo vegetativo de 120 a 150 días para la producción de grano, dependiendo de la altitud. Se cultiva en una gran variedad de climas y es un cereal básico para la alimentación humana, siendo por muchos años la base de alimentación de muchas culturas.

Se cultiva con frecuencia para producir forraje verde, ya que es muy palatable y de gran valor nutritivo. Suele cosecharse cuando el grano se encuentra en estado lechoso-pastoso y las hojas están todavía verdes, obteniéndose únicamente una cosecha en cada siembra. El principal uso que se le da en otros países es como ensilado. Probablemente proporciona el mejor ensilado de la familia de las gramíneas, logrando altos rendimientos sin necesidad de ningún aditivo (Skerman 1992).

Todas las variedades pueden cultivarse para forraje, pero las de mayor rendimiento son aquellas variedades regionales de porte alto. Los híbridos por su porte pequeño generalmente producen menos cantidad de forraje por unidad de área.

Un buen cultivo de maíz forrajero puede producir entre 60 y 80 toneladas de forraje fresco por hectárea. Cuando el maíz se cultiva para grano (seco o en mazorca fresca), los tallos y el forraje remanente se pueden utilizar para alimentar ganado, pero su calidad es baja, conteniendo entre 3,5 y 4% de proteína bruta (Bernal 1991, Skerman 1992).

En Costa Rica, la distancia de siembra más utilizada para obtención de grano es 70 x 70-100 cm y es la que comúnmente se ha utilizado para la producción de forraje.

Se considera que para obtener mayores rendimientos tanto en cantidad como en calidad, es indispensable aumentar la densidad de siembra, de manera que se incremente la población por área y se estimule una mayor relación hoja:tallo, por disminución en el grosor del tallo al elongarse más aceleradamente por competencia lumínica.

Con este propósito, el presente trabajo tuvo el objetivo de determinar la variación cuantitativa y cualitativa del forraje de maíz através de diferentes edades al variar la densidad de siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de

Costa Rica, ubicada en el Alto de Ochomogo, 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, alcanzando una máxima 23 °C y una mínima 13 °C. El suelo se clasifica como Typic 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%; posee buen drenaje, excelentes condiciones físicas y buenas características químicas, pero su vocación agrícola es limitada por la topografía. El ecosistema de la región se clasifica como bosque húmedo montano bajo (Tosi 1970, citado por Vásquez 1982).

Se preparó una área de 28000 m<sup>2</sup> para establecer maíz blanco criollo forrajero adaptado a la zona alta de Cartago. El terreno, previo a la siembra se aró, rastreó y se surcó a 70 cm. Se aplicó fertilizante de fórmula comercial 10-30-10 a razón de 200 kg/ha y se procedió a sembrar el maíz de forma manual con espeque, depositando tres semillas por golpe. La siembra del ensayo se realizó en mayo de 1999. Dentro del área se delimitaron tres parcelas experimentales de 20 x 20 metros cada una. Posteriormente se estableció en ellas maíz a tres distancias de siembra: 30 x 70 cm, 50 x 70 cm y 70 x 70 cm, con densidades de siembra de 47619, 28600 y 20449 plantas por hectárea respectivamente. Se aplicó un herbicida preemergente para controlar el ciclo vegetativo de las malezas. Mes y medio después de la siembra se aplicaron 250 kg/ha de nitrógeno como nitrato de amonio.

A los 42 días de establecido el cultivo se realizó un primer muestreo, para luego repetirlo cada 14 días hasta alcanzar los 126 días de edad. Las muestras se tomaron seleccionando al azar cinco metros lineales dentro de cada parcela con dos repeticiones y se cortó el material a 10 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, se pesó el material cosechado para determinar la producción de materia verde total. Luego las muestras se separaron en tallo, hojas y mazorcas (chilotes); se pesó cada componente y se secó a 60 °C durante 48 horas hasta alcanzar un peso constante. Luego, 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 Kjeldall y las cenizas totales (AOAC 1980). La fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD) y la lignina fueron analizados con el método descrito por Goering y Van Soest (1970). Los valores de hemicelulosa y celulosa se obtuvieron por diferencia de las fracciones correspondientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Densidad de siembra

La producción tanto en biomasa verde como seca en tallos, hojas y fruto de la planta de maíz, así como su composición química se presenta en el Cuadro 1. La

producción total de materia verde (kg/ha) fue superior a altas densidades de siembra que a bajas, situación similar a la indicada por Cuomo *et al.* (1998). La producción de materia seca (kg/ha) reflejó una disminución progresiva al aumentar la distancia entre plantas, pero la diferencia no fue significativa ( $P>0,05$ ).

**Cuadro 1.** Producción y composición química del forraje de maíz sembrados en tres distancias entre plantas. El Alto de Ocho-mogo, Costa Rica. 1999.

Distancia (cm)	30		50		70	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
<b>Materia verde (kg/ha)</b>						
Hoja	15886	2282 a	12705	1371 ab	10174	1243 b
Tallo	38821	4636 a	38685	4383 a	31273	3967 a
Mazorca	3709	1318 a	5009	2426 a	5361	1711 a
Total	49203	9775 a	46531	10097 ab	38408	10215 b
<b>Materia seca (kg/ha)</b>						
Hoja	2594	408 a	2166	240 a	1709	190 a
Tallo	3327	743 a	3586	780 a	2802	625 a
Mazorca	432	111 a	606	158 a	667	181 a
Total	6106	1144 a	6012	1074 a	4797	892 a
<b>Materia seca (%)</b>						
Hoja	16,33	5,37 a	17,05	5,25 a	16,80	4,58 a
Tallo	8,57	4,81 a	9,27	5,34 a	8,96	4,73 a
Mazorca	11,64	2,53 a	12,09	1,96 a	12,44	3,18 a
Entera	12,41	3,51 a	12,92	3,19 a	12,49	2,62 a
<b>Proteína cruda (%)</b>						
Hoja	16,48	4,80 a	17,00	4,81 a	17,47	3,48 a
Tallo	8,47	4,97 a	8,79	6,10 a	8,61	4,66 a
Mazorca	11,74	1,64 a	11,65	1,95 a	12,10	2,81 a
Entera	12,68	6,60 a	12,62	7,09 a	12,56	5,75 a
<b>Fibra neutro detergente (%)</b>						
Hoja	70,85	5,10 a	71,57	2,15 a	69,20	1,51 a
Tallo	65,99	9,34 ab	68,03	10,89 a	65,38	8,43 b
Mazorca	64,13	5,90 a	64,95	4,34 a	64,51	6,21 a
Entera	68,03	5,08 ab	69,82	5,00 a	66,62	4,72 b
<b>Hemicelulosa (%)</b>						
Hoja	31,10	3,29 a	32,53	3,66 a	31,83	3,20 a
Tallo	22,50	3,15 a	23,14	3,27 a	22,75	4,17 a
Mazorca	37,66	5,25 a	39,77	4,24 a	29,79	13,82a
Entera	27,02	2,06 a	28,23	3,84 a	27,29	3,81 a
<b>Fibra ácido detergente (%)</b>						
Hoja	39,75	4,15 a	39,04	3,96 a	37,37	3,55 b
Tallo	43,49	7,16 ab	44,90	8,90 a	42,63	7,95 b
Mazorca	26,47	1,77 a	25,18	4,95 a	34,72	14,90 a
Entera	41,02	5,72 ab	41,58	6,72 a	39,33	6,01 b
<b>Lignina (%)</b>						
Hoja	4,52	0,99 a	4,34	1,20 a	3,56	0,88 b
Tallo	4,75	1,90 a	5,05	2,18 a	4,53	1,82 a
Mazorca	2,99	0,42 a	2,74	1,51 a	2,85	1,13 a
Entera	4,66	1,19 a	4,76	1,56 a	4,06	1,26 b
<b>Celulosa (%)</b>						
Hoja	35,23	3,64 a	34,69	3,41 ab	33,81	3,15 b
Tallo	38,74	6,02 a	39,84	7,42 a	38,10	6,60 a
Mazorca	23,48	1,86 a	22,44	3,77 a	31,87	14,16 a
Entera	36,36	5,24 a	36,82	5,89 a	35,26	5,29 a
<b>Cenizas (%)</b>						
Hoja	12,87	1,41 a	12,35	1,27 a	12,27	1,26 a
Tallo	15,89	7,01 a	14,89	6,66 a	15,06	6,32 a
Mazorca	4,92	0,87 a	4,84	0,72 a	5,22	0,76 a
Entera	12,92	3,23 a	12,03	2,96 a	12,07	2,81 a

a,b,c diferente letra entre distancias de siembra marca una diferencia significativa ( $P<0,05$ ).

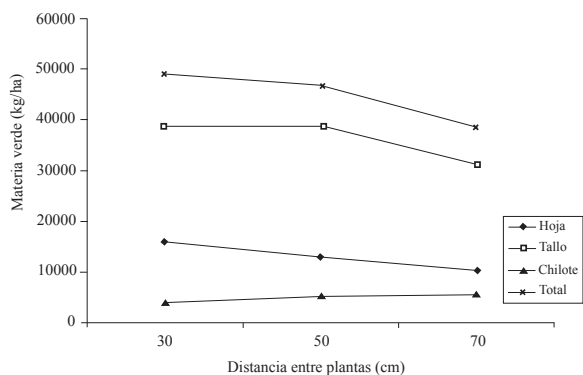
En el Cuadro 1 se observa que la concentración de materia seca en la hoja y en el chilote es mayor que en la de tallo en cualquiera de las tres distancias de siembra estudiadas. Sin embargo, al considerar cada componente de la planta, encontramos que no hubo diferencias significativas ( $P>0,05$ ). El contenido de proteína cruda presenta una situación similar, es decir, no se encontraron diferencias al variar la distancia entre plantas. El contenido de fibra neutro detergente fue alrededor de 6% mayor en hoja que en tallo y a pesar de que se encontraron diferencias ( $P<0,05$ ) de este componente en el tallo al variar la distancia entre plantas, dicha diferencia fue muy pequeña.

El contenido de fibra ácido detergente fue siempre superior en tallo que en hoja. También se encontraron diferencias ( $P<0,05$ ) en la concentración de este componente en ambas partes de la planta, pero igualmente las diferencias fueron muy pequeñas.

En la Figura 1 se observa la variación existente en la producción de biomasa verde (kg/ha), obtenidas en la planta de maíz y en sus diferentes partes.

Se evidencia que la producción de materia verde (kg/ha) fue mayor al reducirse la distancia de siembra entre plantas, obteniéndose la mayor producción cuando la distancia entre plantas fue de 30 cm.

La relación hoja:tallo en base seca fue de 0,78, 0,60 y 0,61 para 30, 50 y 70 cm de distancia entre plantas respectivamente. Puede notarse como la relación es mayor cuando la distancia entre plantas es de 30 cm, mientras que la acumulación en el tallo predomina con distancias de siembra mayores.



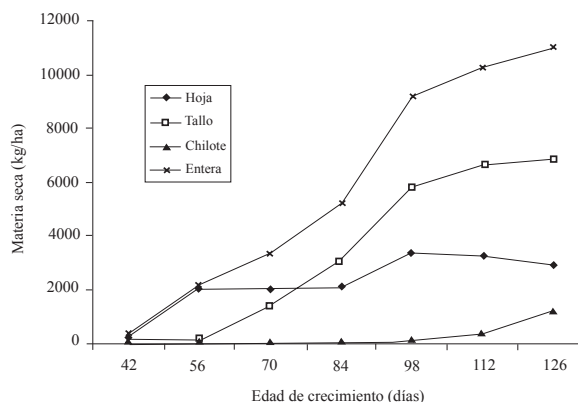
**Figura 1.** Producción de materia verde (kg/ha) obtenida con cada componente de la planta. El Alto de Ochoмого, Costa Rica. 1999.

Al emplear una densidad de siembra de 30 x 70 se obtuvo un rendimiento superior al informado por Aldrich y Leng (1974) que es de 40-45 ton de materia verde por hectárea a los 120 días.

**Edad de crecimiento**

En el Cuadro 2 se resumen los datos de producción de biomasa seca por hectárea y composición química de las hojas, tallo y fruto de la planta de maíz medidos en diferentes edades de crecimiento. Se puede notar como la edad de corte repercute notablemente sobre la producción y el contenido nutricional de las diferentes partes de la planta.

En la Figura 2 se observa la producción total de materia seca aprovechable para la alimentación animal y el desarrollo de los componentes de la planta conforme aumenta la edad.



**Figura 2.** Producción de materia seca (kg/ha) de forraje de maíz, obtenida en diferentes edades de crecimiento. El Alto de Ochoмого, Costa Rica. 1999.

Antes de los 70 días de edad, la acumulación de materia seca de hojas fue superior al de tallo. Después de esa edad, se favoreció la producción en el tallo, superando en más de dos veces la producción de materia seca en la hoja por unidad de área. Situación similar a la encontrada por Amador y Boschini (2000).

Al considerar la concentración de materia seca, se observa que ésta fue menor en el tallo que en la hoja, en todas las edades de crecimiento. Sin embargo, la diferencia comienza a estrecharse después de los 70 días de edad.

El contenido de proteína cruda en el tallo va decreciendo al aumentar la edad de la planta, presentando va-

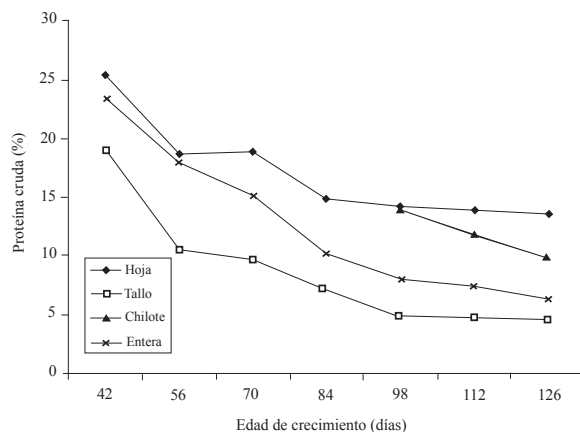
**Cuadro 2.** Producción y composición química del forraje de maíz en diferentes edades de crecimiento. El Alto de Ochomogo, Costa Rica. 1999.

Edad (días)	42		56		70		84		98		112		126	
Variable	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
<b>Materia seca (kg/ha)</b>														
Hoja	258	102	1988	389	1953	466	2086	266	3336	2063	3214	557	2913	385
Tallo	96	26	142	32	1382	162	3122	978	5778	1406	6638	846	6858	1389
Mazorca									107	88	360	188	1237	269
Total	354	126	2130	397	3335	551	5208	1214	9221	3485	10212	1230	11007	1845
<b>Materia seca (%)</b>														
Hoja	10,72	0,66	12,67	0,56	16,15	0,03	18,50	0,80	21,79	0,70	20,92	0,78	22,69	1,25
Tallo	4,66	0,24	4,17	0,13	5,02	0,03	8,75	0,78	12,54	0,71	13,49	1,08	15,98	1,75
Mazorca									10,63	0,68	10,58	0,71	14,96	0,93
Entera	9,02	0,48	12,10	0,51	11,49	0,55	12,50	0,59	15,58	1,39	15,16	0,45	15,99	1,67
<b>Proteína cruda (%)</b>														
Hoja	25,18	1,03	18,57	1,87	18,79	0,80	14,87	0,64	14,17	2,45	13,87	0,95	13,44	1,65
Tallo	19,01	1,95	10,44	1,02	9,65	0,69	7,18	0,90	4,95	0,72	4,79	0,52	4,33	1,70
Mazorca									13,90	1,23	11,78	0,68	9,81	0,17
Entera	23,44	1,47	18,02	1,90	14,97	1,20	10,28	0,86	8,01	0,71	7,37	0,63	6,25	1,31
<b>Fibra neutro detergente (%)</b>														
Hoja	67,01	5,13	67,91	0,62	72,01	1,15	70,37	0,99	70,54	2,11	73,07	4,34	72,87	2,55
Tallo	53,64	2,26	56,67	2,06	60,45	1,55	76,05	3,57	75,67	0,82	74,00	3,81	68,80	1,08
Mazorca									62,33	3,49	61,21	3,23	70,05	0,86
Entera	63,36	3,75	67,18	0,59	67,11	0,70	73,82	2,82	73,14	1,38	70,31	4,55	62,17	2,84
<b>Hemicelulosa (%)</b>														
Hoja	35,09	5,93	31,11	0,47	34,81	0,75	27,31	1,73	31,09	0,06	32,36	1,59	30,96	1,55
Tallo	24,06	3,37	17,58	1,67	18,83	0,71	23,57	1,23	25,35	1,00	24,91	1,54	25,28	1,32
Mazorca									40,68	2,60	26,84	11,39	39,70	2,01
Entera	32,10	4,86	30,22	0,57	28,13	0,17	25,07	0,99	27,06	0,72	26,07	1,15	23,95	1,53
<b>Fibra ácida detergente (%)</b>														
Hoja	31,91	1,29	36,80	0,70	37,20	0,82	43,06	1,54	39,45	2,12	40,71	2,74	41,91	1,02
Tallo	29,58	2,13	39,09	1,27	41,62	1,80	52,48	2,52	50,32	0,19	49,10	3,13	43,52	1,45
Mazorca									21,65	2,87	34,37	13,67	30,35	2,83
Entera	31,27	1,55	36,96	0,72	38,98	0,77	48,75	1,87	46,08	1,06	44,25	3,53	38,22	1,90
<b>Lignina (%)</b>														
Hoja	3,28	0,80	2,92	0,33	3,11	0,42	4,19	0,62	4,25	0,45	5,10	0,87	5,64	0,56
Tallo	1,92	0,22	2,80	0,17	3,27	0,17	5,03	0,72	6,50	0,20	6,56	0,95	6,86	0,67
Mazorca									1,80	0,83	3,58	0,44	3,20	0,50
Entera	2,42	0,69	2,91	0,32	3,17	0,31	4,71	0,40	5,66	0,08	5,80	0,85	5,77	0,66
<b>Celulosa (%)</b>														
Hoja	28,63	0,53	33,88	0,94	34,09	0,51	38,87	0,94	35,19	1,67	35,61	2,26	36,27	0,49
Tallo	27,66	1,96	36,29	1,44	38,35	1,67	47,45	1,89	43,82	0,15	42,54	2,37	36,66	1,04
Mazorca									19,85	2,06	30,78	13,99	27,15	2,33
Entera	28,85	0,94	34,05	0,99	35,81	0,47	44,03	1,47	40,42	0,98	38,44	2,98	32,44	1,30
<b>Cenizas (%)</b>														
Hoja	13,49	0,59	12,12	0,28	10,59	0,12	11,15	0,78	11,52	0,47	12,62	0,89	13,01	1,09
Tallo	23,23	2,00	22,44	0,79	19,60	0,86	14,80	2,68	8,90	0,85	8,72	0,69	7,49	1,30
Mazorca									5,57	0,44	5,23	0,38	4,18	0,28
Entera	16,18	0,42	14,82	0,42	14,38	0,84	13,07	1,84	9,75	0,57	9,05	0,99	8,11	0,91

lores que varían entre un 19% a los 42 días, 7% a los 84 días y cae a 4% a los 126 días (Figura 3). Los valores encontrados en este experimento, especialmente en los últimos estadios de crecimiento, son inferiores a los indicados previamente por Amador y Boschini (2000). En la hoja, la proteína cruda fue superior al 18% en los primeros 70 días, luego disminuye progresivamente hasta alcanzar un nivel de 13% al final del período. La mazorca tuvo siempre un contenido superior al del tallo en sus edades respectivas.

El nivel de proteína en la planta entera antes de los 84 días fue superior al 10%. Valor que se encuentra dentro del rango encontrado por Minson (1992) para las gramíneas forrajeras tropicales.

El contenido de fibra neutro detergente en la hoja estuvo siempre alrededor de 70%, mientras que en el tallo antes de los 70 días se mantuvo por debajo del 60% para luego alcanzar un nivel máximo de 76%. En la mazorca el contenido de fibra neutro detergente se mantuvo entre 60 y 70%.



**Figura 3.** Contenido de proteína cruda en la materia seca de forraje de maíz a diferentes edades de crecimiento. El Alto de Ochoмого, Costa Rica. 1999.

A medida que aumenta la edad, se presentan incrementos en el contenido de FAD (Cuadro 2). En la hoja este componente se incrementa en un 32% desde el inicio del período hasta el final del mismo, sin embargo, los valores más bajos se presentan antes de los 84 días. Con respecto al tallo, el contenido de FAD se incrementa en un 47%, presentando también los valores más bajos antes de los 84 días.

El contenido de hemicelulosa varió de 27 a 35% en la hoja, entre 17 y 25% en el tallo y entre 26 y 40% en la mazorca, valores muy similares a los indicados por Amador y Boschini (2000).

Conforme aumenta la edad de la planta, el contenido de cenizas totales disminuye en la mayor parte de los componentes de la planta, con excepción de la hoja, donde empiezan a aumentar a partir del día 70, presentando un rango entre 10 y 13% en todo el período. En el tallo, el contenido de cenizas totales disminuye drásticamente al pasar de 23% a 7%, mientras que la mazorca mostró un rango muy estrecho de variación al pasar de 5,5 a 4%.

La relación hoja:tallo en base seca de la planta a través de su crecimiento fue de 2,69; 1,14; 0,69; 0,58; 0,48 y 0,42 en las edades de 42, 70, 84, 98, 112 y 128 días respectivamente. Puede observarse como antes de los 70 días la relación fue mayor que uno, predominando la parte foliar. Posteriormente a esta edad, la relación fue menor que uno, predominando así la acumulación de materia seca en el tallo; situación que continuó al incrementar la edad. Amador y Boschini (2000) indican datos similares.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basados en los datos obtenidos se puede determinar los aportes nutricionales que hace cada componente de la planta de maíz. Co base en los resultados obtenidos el maíz constituye una fuente importante de forraje para ser utilizado en la alimentación animal. La distancia entre plantas de 30 cm permitió obtener una mayor producción de forraje verde por hectárea y mejor relación hoja:tallo. Igualmente se determinó que la producción de materia seca en las hojas fue mayor a la de tallo antes de los 70 días. El contenido de materia seca para los tres componentes de la planta fue bajo en todo el ciclo, alcanzando un 20% en hoja hasta después de los 98 días. El contenido de proteína cruda se mantuvo superior al 18% en hoja antes de los 70 días, mientras que en tallo su valor fue alrededor de 9,5% a esa misma edad. La pared celular en el tallo después de los 70 días, fue superior al 70%. Antes del día 84, el contenido de cenizas en hoja fue inferior al de tallo, después de esa edad, la relación se invirtió. Es importante recalcar como la relación hoja:tallo fue mayor a uno antes de los 70 días de edad, luego de esa edad, la acumulación de materia seca en el tallo sobrepasó considerablemente la de hoja, alcanzando valores inferiores a 0,70.

Si se considera una edad de corte de 70 días, tomando en cuenta la concentración de nutrientes en hojas y tallos y el régimen de lluvias de Costa Rica, el cultivo de maíz forrajero permitiría de dos a tres cosechas por año, sacrificando el tonelaje por hectárea, pero aprovechando la calidad nutricional. Sería conveniente analizar dicha situación con base en costos y complementar los resultados con experimentos biológicos y rendimientos en producción animal.

## LITERATURA CITADA

- ALDRICH, S.; LENG, E. 1974. Producción moderna de maíz. Argentina, Editorial Hemisferio Sur. 308 p.
- AMADOR, A.; BOSCHINI, C. 2000. Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1): 171-177.
- A.O.A.C. (Association of Official Analysis Chemistry). 1980. *Methods of analysis*. 13<sup>th</sup> ed. Washington D.C. USA. p. 168
- BERNAL, J. 1991. *Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo*. 2da edición. Bogotá, Colombia, Banco Ganadero. 544 p.

- CUOMO, G.; REDFEARN, D.; BLOUIN, D. 1998. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. *Agronomy Journal* 90:93-96.
- GOERING, H.; VAN SOEST, P. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook No. 376*. Washington, D.C. ARS-USDA. 76p.
- MINSON, D. 1992. Composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *In: Skerman, P. ed. Gramíneas tropicales*. Roma, FAO. p. 181-199.
- SKERMAN, P. 1992. *Gramíneas tropicales*. Roma. FAO. 849 p.
- 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.