

## Valoración nutricional de dos variedades de maíz usadas en la producción de forraje para bovinos<sup>1</sup>

J. Elizondo y C. Boschini

*Estación Experimental "Alfredo Volio Mata". Facultad de Ciencias Agroalimentarias*

*Universidad de Costa Rica*

*Apdo. 2060-1000. San Pedro de Montes de Oca*

*San José, Costa Rica*

*E-mail: jaelizon@cariari.ucr.ac.cr*

*boschini@cariari.ucr.ac.cr*

Con el fin de comparar el contenido nutricional de dos cultivares de maíz (híbrido y criollo) en las zonas altas de Costa Rica, evaluados a igual edad y después en similar estado fisiológico, sembrados a diferentes distancias entre plantas, se llevó a cabo un experimento en la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata" de la Universidad de Costa Rica, ubicada a una altitud de 1 542 msnm, con una precipitación media anual de 2 050 mm. Se determinó en ambos cultivares que la calidad nutricional difirió significativamente ( $P \leq 0,05$ ) al variar la distancia entre plantas; así por ejemplo, la proteína cruda osciló en la planta entera entre 8,94 y 9,96 %. Se observó además que el cultivar repercutió significativamente ( $P \leq 0,05$ ) en la composición química de las diferentes partes de la planta de maíz. Al comparar el contenido de materia seca del maíz híbrido con el maíz criollo en similar estado fisiológico, se obtuvieron valores de 15,76 y 12,05 %, respectivamente. No se encontraron diferencias importantes entre los cultivares en el contenido de proteína bruta. El contenido de fibra ácido detergente y la celulosa en planta entera, fueron inferiores en un 12 % en el cultivar híbrido comparado con el criollo a igual edad.

### Palabras clave: Maíz, valor nutricional

An experiment was carried out at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica, located to an altitude of 1 542 masl, with an average annual rainfall of 2 050 mm. The purpose of the study was to determine forage quality of two corn cultivars: hybrid and native, evaluated at the same age and in similar physiological stage. It was determined in both cultivars that forage quality differed significantly ( $P \leq 0,05$ ) when varying the distance among plants. For example, crude protein in the whole plant oscillated between 8,94% and 9,96%. It was also observed that the cultivar influenced significantly ( $P \leq 0,05$ ) the chemical composition of the different plant fractions. When comparing dry matter content of the hybrid corn with the native corn in similar physiological stage, values of 15,76 % and 12,05 %, respectively were obtained. For crude protein content, there were not significant differences among cultivars. Acid detergent fiber and cellulose content in the whole plant were about 12 % lower in the hybrid than in the native cultivar at the same age.

### Key words: Corn, nutritional value

Los sistemas de producción, tanto de leche como de carne en condiciones tropicales, se basan en la utilización de pasturas. A medida que estos sistemas se intensifican, se hace imprescindible explotar la tierra más eficientemente; los pastos de corte son cada vez más utilizados por su gran capacidad para producir grandes volúmenes de forraje. Por estas razones es necesario evaluar el uso de especies y variedades forrajeras que permitan aumentar la cantidad y

calidad de la biomasa comestible y además que puedan desarrollarse adecuadamente bajo las condiciones del trópico. El cultivo de maíz (*Zea mays*) para la producción de forraje constituye la forma más rápida de obtener grandes cantidades de materia seca y de calidad ideal para la alimentación de bovinos, cuando es ofrecido en forma de forraje fresco o ensilado (Piccioni, 1970).

<sup>1</sup> Inscrito en Vicerrectoría de Investigación No. 737-97-006

El maíz, cuando se cultiva para la producción de forraje, ha mostrado excelentes características de palatabilidad y su valor nutritivo en condiciones tropicales es generalmente bueno (Aldrich y Leng, 1974). El contenido de materia seca varía de 15-25 % en la planta verde y la composición química es de 4-11 % de proteína bruta, 1-3,5 % de extracto etéreo, 27-35 % de fibra bruta, 34-55 % de extracto libre de nitrógeno y de 7-10 % de ceniza en la materia seca (Sánchez y Oliviera, 1973; León, 1980). Cuando el grano de maíz se encuentra entre el estado lechoso y el pastoso duro, la planta está en su condición óptima para la cosecha y conservación como ensilaje (Bruno, Romero, Díaz y Gaggiotti, 1995).

Los rendimientos dependen de la variedad, la densidad de siembra, la edad de corte y la fertilidad del suelo, entre otros factores. En cuanto a la variedad, cualquier tipo de maíz puede cultivarse para forraje, pero las que producen generalmente mayores rendimientos de biomasa son aquellas variedades de porte alto. Los híbridos por su parte, al ser de porte pequeño, tienden a producir menos cantidad de forraje por unidad de área. Así por ejemplo, al analizar la producción de forraje en maíz criollo y maíz híbrido, Elizondo y Boschini (2002) encontraron que los rendimientos en base verde y base seca fueron superiores en un 64 y 30 %, respectivamente, en el maíz criollo. Por otro lado, Soto y Jahn (1983) reportaron una producción con maíz híbrido de 17,7 t de MS/ha, cosechado a los 171 días, con una densidad de siembra de 77 000 plantas/ha; mientras que Elizondo y Boschini (2001) informaron rendimientos de 10,2 t de MS/ha en maíz criollo a una edad de 112 días y con una densidad de siembra de 96 000 plantas/ha.

El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar la calidad nutricional del forraje en dos cultivares de maíz, evaluados a igual edad y después en similar estado fisiológico, sembrados a diferentes distancias entre plantas.

### **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 en la provincia de Cartago. Su altitud es de 1 542 msnm, con una precipitación media anual de 2 050 mm distribuida en los meses de mayo a noviembre y una humedad relativa media de 84 %. La temperatura media anual es de 19,3°C, con una máxima de 23°C y mínima de 13°C. El suelo se clasifica como Tipic Dystrandepts (Vásquez, 1982), formado por cenizas volcánicas recientes, de textura franco arcillo arenosa, un pH de 5,8 y un contenido de materia orgánica de 6,24 %; presenta excelentes condiciones físicas, buen drenaje y adecuadas características químicas; su vocación agrícola es limitada debido a la topografía. El ecosistema de la región se clasifica como bosque húmedo montano bajo (Tosi, citado por Vásquez, 1982).

Para las labores de cultivo se preparó una área de 8 000 m<sup>2</sup>; con el fin de establecer maíz blanco criollo forrajero adaptado a la zona alta de Cartago y maíz híbrido 3 002 W blanco. El terreno, previamente a la siembra, se aró, se rastreó y se surcó a 70 cm. Se aplicó fertilizante 10-30-10 NPK a razón de 200 kg/ha y se procedió a sembrar el maíz de forma manual. Dentro del área se delimitaron ocho parcelas experimentales de 1 000 m<sup>2</sup> cada una. Posteriormente se estableció en cuatro de ellas maíz criollo y en las otras cuatro maíz híbrido a diferentes distancias: 50 x 70 cm con dos semillas por golpe para una densidad de 58 000 plantas por hectárea; 25 x 70 cm, una semilla por golpe (58 000 plantas por hectárea); 16 x 70 cm, una semilla por golpe (90 000 plantas por hectárea) y finalmente 8 x 70 cm, una semilla por golpe (180 000 plantas por hectárea). Posteriormente a la siembra, se aplicó un herbicida preemergente para controlar el ciclo vegetativo de las malezas. Un mes y medio después de la siembra se aplicó 250 kg de N/ha como nitrato de amonio.

A los 105 días de establecido el cultivo, el maíz híbrido tenía el grano en perla y se realizó el primer muestreo en ambas variedades; a los 119 días, cuando el grano del maíz híbrido estaba en estado lechoso (óptimo para ensilaje), se llevó a cabo un segundo muestreo en ambas va-

riedades. A estas edades el maíz criollo no se encontraba en estado óptimo para ensilaje. Se volvió a muestrear en dos fechas posteriores en la variedad criolla cuando estaba en estado de perla y lechoso, lo que ocurrió a los 133 y 147 días de edad, respectivamente; de esta manera se pudo comparar la producción de forraje a igual edad y posteriormente en igual estado fisiológico. En todos los casos se tomaron tres muestras seleccionadas al azar en 5 m lineales dentro de cada parcela y se cortó el material a 10 cm sobre el nivel del suelo. Luego se extrajeron las muestras para separar los tallos, las hojas y los chilotes o mazorcas. Cada parte de la planta se pesó y se secó a 60°C durante 48 horas hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, las muestras se molieron y tamizaron a 1 mm y se procedió a determinar el contenido de materia seca en una estufa a 105°C, la concentración de proteína bruta mediante el método de micro Kjeldahl y la ceniza por incineración total de la materia orgánica (AOAC, 1980). El contenido de fibra neutro detergente y sus fracciones se determinaron por el método de Goering y Van Soest (1970).

Se empleó un diseño irrestrictamente al azar, con tratamientos en arreglo factorial 2 x 4, el primer factor dos variedades de maíz y el segundo cuatro distancias entre golpes de siembra (Steel y Torrie, 1988). Los datos observados se analizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1985). Se efectuó la separación de medias con la prueba de Duncan en aquellas variables que resultaron significativas.

## Resultados y Discusión

### *Distancia y densidad de siembra*

La concentración de MS, PB, ceniza y fibra neutro detergente, así como las fracciones que la componen, determinadas en el tallo, la hoja, el fruto y en la planta entera de maíz, se presentan en las tablas 1 y 2. Puede observarse en la tabla 1 y más detalladamente en la figura 1, que la concentración de MS en la hoja fue mayor que en el tallo y en la mazorca, en cualquiera de las cuatro distancias de siembra entre plantas. Sin embargo, al comparar de forma general el

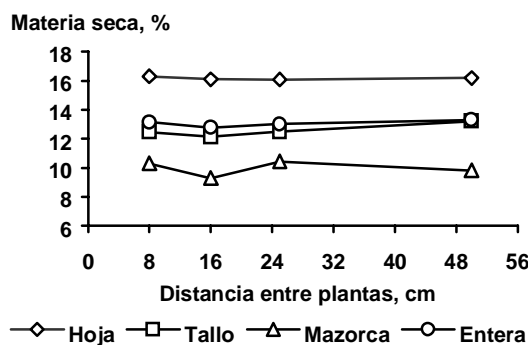


Fig. 1. Contenido de MS de las diferentes partes de la planta según la distancia entre plantas.

contenido de MS en cada parte de la planta, puede notarse que no hubo diferencias significativas al variar la distancia entre plantas, situación similar a la encontrada en trabajos anteriores (Elizondo y Boschini, 2001; Elizondo y Boschini, 2002). Lo contrario sucedió con el contenido de PB, donde se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la hoja al variar la distancia entre plantas, lo cual coincide con lo informado por Cuomo, Redfearn y Blouin (1998). Para cualquier distancia de siembra la PB fue superior en la hoja que en el tallo. El contenido de fibra neutro detergente fue alrededor de 5 % mayor en el tallo que en la hoja; sin embargo, no hubo diferencias significativas en las diferentes partes de la planta al variar la densidad de siembra. Una situación similar sucedió con el contenido de ceniza; sin embargo, dicho valor fue cerca de 60 % superior en las hojas que en los tallos. En cuanto a las fracciones de la fibra neutro detergente, se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el contenido de fibra ácido detergente, celulosa y lignina en la hoja al variar la densidad de siembra. Si se considera el contenido de fibra ácido detergente, éste fue alrededor de 12 % mayor en el tallo que en la hoja, mientras que el de lignina fue 25 % superior en el tallo. El contenido de lignina en la mazorca fue alrededor del 5 %.

### *Cultivar de maíz*

En las tablas 1 y 2 se resumen los datos de la concentración de MS, PB, ceniza y fibra neutro detergente, al igual que las fracciones que la

Tabla 1. Composición química de la planta de maíz criollo e híbrido y sus partes componentes.

Variedad	Distancia (cm)	Materia seca, %				Proteína bruta, %			
		Hoja	Tallo	Mazorca	Entera	Hoja	Tallo	Mazorca	Entera
C1	8	15,04	9,85	8,33	11,10	13,19	6,52	15,60	8,78
C1	16	15,04	10,12	7,02	11,29	13,35	6,63	17,66	8,94
C1	25	15,42	10,8	8,63	11,74	15,48	7,45	15,02	9,89
C1	50	14,46	10,67	8,57	11,34	14,56	6,75	15,35	9,03
H	8	14,93	11,90	10,59	12,42	14,01	6,59	12,30	9,49
H	16	14,08	11,38	6,69	11,86	14,27	7,36	13,99	9,96
H	25	13,87	11,47	9,97	11,82	15,85	7,49	13,37	10,64
H	50	14,69	12,12	9,51	12,10	15,23	6,96	13,29	10,53
C2	8	18,91	15,64	12,01	15,89	12,67	7,37	8,81	8,56
C2	16	19,18	14,89	11,14	15,18	14,09	7,99	9,22	9,40
C2	25	18,92	15,20	12,72	15,50	14,25	8,18	8,06	9,34
C2	50	19,41	16,87	11,39	16,47	14,92	7,79	8,36	9,10
Promedios									
C1		14,99 <sup>a</sup>	10,36 <sup>a</sup>	8,14 <sup>a</sup>	11,37 <sup>a</sup>	14,15	6,85	15,91	9,16
H		14,39 <sup>a</sup>	11,72 <sup>b</sup>	9,94 <sup>b</sup>	12,05 <sup>b</sup>	14,84	7,10	13,24	10,16
C2		19,11 <sup>b</sup>	15,65 <sup>c</sup>	11,82 <sup>c</sup>	15,76 <sup>c</sup>	13,98	7,83	8,61	9,10
	8	16,29	12,46	10,31	13,14	13,29 <sup>a</sup>	6,83	12,24	8,94 <sup>a</sup>
	16	16,10	12,13	9,28	12,78	13,90 <sup>ab</sup>	7,34	13,62	9,43 <sup>ab</sup>
	25	16,07	12,48	10,44	13,02	15,19 <sup>b</sup>	7,71	12,15	9,96 <sup>b</sup>
	50	16,19	13,22	9,82	13,30	14,90 <sup>ab</sup>	7,17	12,33	9,55 <sup>ab</sup>
Fibra Neutro Detergente, %									
Ceniza, %									
C1	8	69,78	78,62	65,80	75,64	14,78	11,29	6,19	12,40
C1	16	71,43	78,68	63,73	76,35	14,67	11,02	7,78	12,08
C1	25	71,99	77,54	65,40	75,74	14,41	10,88	6,73	11,78
C1	50	70,46	75,97	63,79	74,11	15,48	10,08	6,97	11,49
H	8	71,47	73,70	72,54	73,07	15,09	9,98	5,14	10,92
H	16	68,93	66,31	69,77	68,01	15,72	9,81	5,48	11,28
H	25	68,82	75,69	71,82	73,11	15,35	10,08	5,44	10,89
H	50	67,97	76,03	72,98	72,94	16,11	8,99	5,72	10,59
C2	8	72,98	72,08	68,05	72,22	14,01	5,89	6,73	8,01
C2	16	73,29	71,69	69,07	72,09	13,56	5,90	6,36	7,88
C2	25	62,30	69,82	68,89	68,31	13,15	5,62	5,58	7,41
C2	50	72,36	68,32	70,41	69,75	13,24	5,52	5,81	7,27
Promedios									
C1		70,92	77,70	64,68 <sup>a</sup>	75,46 <sup>b</sup>	14,84 <sup>b</sup>	10,82 <sup>b</sup>	6,92 <sup>b</sup>	11,94 <sup>b</sup>
H		69,30	72,93	71,78 <sup>c</sup>	71,78 <sup>c</sup>	15,57 <sup>b</sup>	9,72 <sup>b</sup>	5,45 <sup>a</sup>	10,92 <sup>b</sup>
C2		70,23	70,48	69,11 <sup>b</sup>	70,59 <sup>a</sup>	13,49 <sup>a</sup>	5,73 <sup>a</sup>	6,12 <sup>a</sup>	7,64 <sup>a</sup>
	8	71,41	74,80	68,80	73,64	14,63	9,05	6,02	10,44
	16	71,22	72,23	67,52	72,15	14,65	8,91	6,54	10,41
	25	67,70	74,35	68,70	72,39	14,30	8,86	5,92	10,03
	50	70,26	73,44	69,06	72,27	14,94	8,20	6,17	9,78

H: Maíz híbrido, C1: Maíz criollo con igual edad que el híbrido, C2: Maíz criollo en similar estado fisiológico que el híbrido

a,b,c Muestran diferencias significativas entre promedios con  $P < 0,05$

Tabla 2. Composición de las fracciones que componen la fibra neutro detergente.

Variedad	Distancia (cm)	Fibra ácido detergente, %				Hemicelulosa, %			
		Hoja	Tallo	Mazorca	Entera	Hoja	Tallo	Mazorca	Entera
C1	8	45,16	55,58	29,62	52,03	24,62	23,04	36,19	23,62
C1	16	44,62	55,08	29,41	51,54	26,81	23,59	37,43	24,81
C1	25	42,98	54,22	29,90	50,56	28,92	21,82	35,25	24,08
C1	50	43,75	51,27	33,59	48,84	27,04	24,71	40,51	25,53
H	8	44,94	50,62	31,38	46,60	27,14	23,08	40,66	26,64
H	16	42,38	50,31	29,65	45,81	26,44	25,99	39,11	27,34
H	25	42,18	49,99	30,47	44,83	26,66	25,68	41,52	28,31
H	50	43,04	48,05	33,35	44,02	24,93	27,98	38,96	28,81
C2	8	44,59	40,56	40,83	42,23	28,38	31,51	27,22	29,99
C2	16	41,94	42,56	40,67	42,85	31,35	29,14	28,40	29,25
C2	25	41,88	40,69	40,62	41,52	30,42	29,13	28,27	28,94
C2	50	42,71	41,45	41,17	42,02	31,99	31,87	29,25	31,09
Promedios									
C1		44,13	54,04 <sup>b</sup>	30,63 <sup>a</sup>	50,74 <sup>c</sup>	26,85 <sup>a</sup>	23,29 <sup>a</sup>	37,35 <sup>b</sup>	24,51 <sup>a</sup>
H		43,14	49,74 <sup>b</sup>	31,21 <sup>a</sup>	45,32 <sup>b</sup>	26,29 <sup>a</sup>	25,68 <sup>a</sup>	40,06 <sup>b</sup>	27,78 <sup>b</sup>
C2		42,78	41,32 <sup>a</sup>	40,82 <sup>b</sup>	42,16 <sup>a</sup>	30,54 <sup>b</sup>	30,41 <sup>b</sup>	28,29 <sup>a</sup>	29,82 <sup>b</sup>
	8	44,90 <sup>b</sup>	48,92	33,94	46,95	26,71	25,88	34,69	26,75
	16	42,98 <sup>a</sup>	49,32	33,24	46,73	28,20	26,24	34,98	27,13
	25	42,35 <sup>a</sup>	48,30	36,66	45,64	28,67	25,54	35,01	27,11
	50	43,17 <sup>a</sup>	46,92	36,04	44,96	27,99	28,19	36,24	28,48
		Celulosa, %				Lignina, %			
C1	8	40,58	44,86	27,99	43,52	4,57	6,71	6,11	6,30
C1	16	40,17	48,55	25,26	45,66	4,45	6,54	4,15	5,88
C1	25	38,33	47,44	24,55	44,42	4,65	6,73	5,34	6,11
C1	50	39,19	45,25	27,55	43,21	4,56	6,01	6,04	5,63
H	8	38,87	43,73	27,76	40,37	5,45	7,02	3,62	6,08
H	16	36,95	43,99	26,97	40,15	5,53	6,32	2,68	5,69
H	25	36,93	43,95	27,23	39,44	5,24	6,04	3,24	5,38
H	50	37,75	42,15	29,59	38,72	5,23	5,89	3,75	5,29
C2	8	39,25	34,95	35,27	36,55	5,35	5,60	5,56	5,68
C2	16	36,91	35,77	35,50	36,49	5,03	6,76	5,17	6,35
C2	25	36,92	34,61	33,27	35,48	4,98	6,07	7,35	6,04
C2	50	36,39	36,47	33,95	36,82	4,32	4,98	7,21	5,20
Promedios									
C1		39,57 <sup>b</sup>	46,53 <sup>b</sup>	26,34 <sup>a</sup>	40,20 <sup>c</sup>	4,56 <sup>a</sup>	6,50	5,41 <sup>b</sup>	5,91
H		37,63 <sup>a</sup>	43,46 <sup>b</sup>	27,89 <sup>a</sup>	39,67 <sup>b</sup>	5,36 <sup>c</sup>	6,32	3,32 <sup>a</sup>	5,61
C2		37,37 <sup>a</sup>	35,45 <sup>a</sup>	34,50 <sup>b</sup>	36,34 <sup>a</sup>	4,92 <sup>b</sup>	5,85	6,32 <sup>b</sup>	5,82
	8	39,57 <sup>b</sup>	41,18	30,34	40,15	5,12 <sup>b</sup>	6,44	5,10 <sup>b</sup>	5,93
	16	38,01 <sup>a</sup>	42,77	29,24	40,77	5,00 <sup>ab</sup>	6,54	4,00 <sup>a</sup>	5,97
	25	37,39 <sup>a</sup>	42,00	28,35	39,78	4,96 <sup>ab</sup>	6,28	5,31 <sup>b</sup>	5,84
	50	37,78 <sup>a</sup>	41,29	30,36	39,58	4,70 <sup>a</sup>	5,63	5,67 <sup>b</sup>	5,37

H: Maíz híbrido, C1: Maíz criollo con igual edad que el híbrido, C2: Maíz criollo en similar estado fisiológico que el híbrido

a,b,c Muestran diferencias significativas entre promedios con  $P < 0,05$

componen. Se observó que el cultivar influyó significativamente ( $P \leq 0,05$ ) en la composición química de las fracciones de la planta de maíz.

#### **Maíz híbrido vs maíz criollo con igual edad**

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de MS en la hoja (tabla 1) al comparar ambos cultivares; sin embargo, para el tallo, la mazorca y la planta entera las diferencias fueron significativas ( $P \leq 0,05$ ) y se obtuvo un contenido ligeramente mayor en el cultivar híbrido (fig. 2). En el contenido de PB no se hallaron diferencias entre ambos cultivares. La fibra neutro detergente contenida en la planta entera fue alrededor de 5 % inferior en la variedad híbrida. Al considerar el contenido de fibra ácido detergente, hemicelulosa y celulosa en la planta entera, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre ambos cultivares. La fibra ácido detergente y la celulosa en la planta entera fueron alrededor de 12 % inferiores en el cultivar híbrido; mientras que la hemicelulosa fue 13 % inferior en el cultivar criollo. El contenido de lignina estuvo cercano a 5,75 % en ambos cultivares.

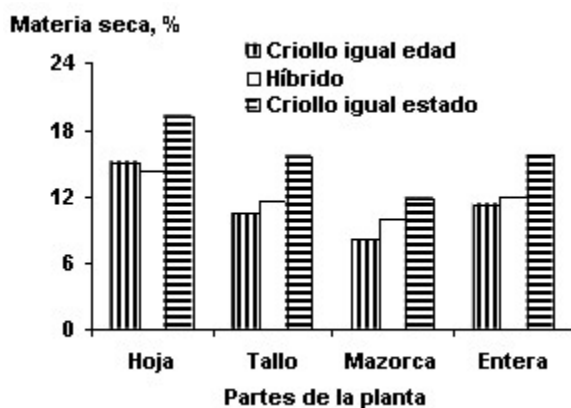


Fig. 2. Contenido de MS de las diferentes partes de la planta para los dos cultivares de maíz.

#### **Maíz híbrido vs maíz criollo en similar estado fisiológico**

En la tabla 1 se compara la composición química del maíz híbrido y del maíz criollo en similar estado fisiológico. El contenido de MS en la hoja, el tallo, la mazorca y la planta entera fue

estadísticamente superior ( $P \leq 0,05$ ) en el cultivar criollo que en el híbrido (fig. 2); mientras que tanto en el contenido de PB como en el de fibra neutro detergente no se encontraron diferencias significativas. Al considerar las fracciones que componen la fibra neutro detergente, se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el contenido de fibra ácido detergente y celulosa de la planta entera, que fueron ligeramente superiores en el cultivar híbrido con relación al criollo.

#### **Conclusiones y Recomendaciones**

Sobre la base de los resultados se pudo determinar la composición química de la planta de maíz y sus componentes para un cultivar criollo y un cultivar híbrido de amplia distribución en la zona alta de Cartago.

La concentración de MS en el cultivar criollo fue mayor que en el híbrido al ser comparados en similar estado fisiológico, pero el criollo alcanzó el estado óptimo para la cosecha y el ensilaje a una edad mucho mayor que el híbrido.

La concentración de MS en las hojas fue mayor que en los tallos en cualquiera de los cultivares estudiados y en todas las distancias de siembra.

El rango de variación del contenido de MS fue muy pequeño al variar la distancia entre plantas; pudo notarse que en la planta entera osciló entre 12,78 y 13,30 % al pasar de 16 a 50 cm entre plantas.

En cuanto al contenido de PB, tanto en la planta entera como en sus diferentes fracciones, no se encontraron diferencias importantes entre los cultivares.

La variación producida por las distancias entre plantas repercutió de manera significativa en la composición nutricional de la planta de maíz y sus diferentes partes.

#### **Referencias**

- Aldrich, S. & Leng, E. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13 ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington D.C., USA



- Bruno, O.; Romero, L.; Díaz, M. & Gaggiotti, M. 1995. Efecto del momento de corte del maíz para ensilaje sobre la producción de leche. INTA, Argentina. Reporte Técnico. 100 p.
- Cuomo, G.; Redfearn, D. & Blouin, D. 1998. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. *Agronomy Journal*. 90:93
- Elizondo, J. & Boschini, C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 12 (2):181
- Elizondo, J. & Boschini, C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana*. 13 (1):13
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook No. 379. ARS-USDA. Washington, D.C.
- León, C.E. 1980. Efecto de la defoliación en maíz (*Zea mays*) para la alimentación animal. Tesis. Centro Universitario del Atlántico, Universidad de Costa Rica. 81 p.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 819 p.
- Sánchez, C. & Oliviera, A. 1973. Producción de materia seca y estimación del potencial fotosintético mediante la defoliación artificial en maíz. Reunión de Maiceros de la Zona Andina. CIAT, Colombia. p. 45
- SAS. 1985. Statistical Analysis System. SAS User's Guide: Statistics (Ver. 5). SAS Institute Inc. Cary, N.C. 373 p.
- Soto, P. & Jahn, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. *Agricultura Técnica*. 43 (2):133
- Steel, R. & Torrie, J. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw Hill. México, D.F. 633 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.

Recibido el 3 de marzo del 2003  
Aceptado el 11 de septiembre del 2003