

NOTA TÉCNICA

FENOLOGÍA PRODUCTIVA Y NUTRICIONAL DE MAÍZ PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE ¹Ana Lorena Amador R.², Carlos Boschini F.²

RESUMEN

Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata" de la Universidad de Costa Rica. Se empleó semilla de maíz criolla forrajera. A los 37 días de edad se realizó el primer muestreo de plantas y los siguientes se efectuaron cada 14 días hasta los 149 días de edad. Se determinó el contenido de materia seca, la proteína cruda, las cenizas totales, la fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD) y la lignina así como los valores de hemicelulosa y celulosa. Antes de los 65 días de crecimiento, la producción de hojas fue superior a la de tallo. Posterior a esta edad, la planta fue mayor productora de tallo. Las flores emergieron después de los 100 días y ellas tuvieron un alto contenido de materia seca, contribuyendo poco en el rendimiento global del cultivo. A los 120 días, la producción de materia seca en las mazorcas fue ligeramente mayor a la acumulada por las hojas. El contenido de materia seca en el tallo, antes de los 120 días, y en la hoja antes de los 80 días fue bajo, para ser empleado como forraje en la alimentación del ganado. El contenido de proteína cruda comenzó a decrecer drásticamente a los 65 días en el tallo y a los 90 días en la hoja. Sólo en los primeros 50 días de crecimiento, la pared celular de los tallos fue menor a 50%. El contenido de cenizas fue mayor en el tallo que en la hoja en los primeros 90 días. Por las cualidades fenológicas observadas y la concentración de nutrientes en tallos y hojas, se recomienda la cosecha y el aprovechamiento del forraje de maíz entre 80 y 90 días de crecimiento. En edades posteriores, se puede obtener el beneficio de un mayor tonelaje por unidad de superficie, sacrificando la calidad nutricional.

ABSTRACT

Productive and nutritional phenology of corn for the yield of fodder. The purpose of this study was to determine the yield of biomass of corn in different stages of growth, cultivated in the highlands of Costa Rica as fodder for dairy cattle. It was carried out at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica. The first sampling was carried out after 37 days and every two weeks thereafter through 149 days. Dry matter, crude protein, ashes, neutro detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and the lignin were analyzed. The value of hemicellulose and cellulose were calculate. The yield of green and dry biomass in the stems, leaves, flowers and fruit of the plant was measured at different stages of growth. Before 65 days, the yield of dry material in the leaves was superior to that in the stems. Later the accumulation of dry matter in the stems was around three times greater than that in the leaves. The first blossoming occurred after three months. Two weeks later the first ears of corn were collected, their highest yield occurring at four months. After 65 days, the relation leaves:stems was less than 1, predominating the accumulation of stems. This relationship slowly decreased as the plants became older. The concentration of dry matter in the stems was less than in the leaves at all growth stages. The content of crude protein (CP) in the stem was higher (18%) during the first 50 days, decreasing to 11% at 80 days and thereafter remained between 6.5% and 7.5%.



¹ Proyecto de Investigación, No. 737-97-006. Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz para la producción de grano se encuentra distribuido a través del mundo y se estima que una superficie mayor de 100 millones de hectáreas son sembradas anualmente. Se tienen estadísticas poco precisas sobre el área destinada a la producción de maíz forrajero, particularmente empleado en la alimentación del ganado. En el ganado vacuno, aparte de ser utilizado bajo la forma de granos, el maíz encuentra un amplio uso como forraje verde y ensilado (Piccioni, 1970). Dentro del continente americano, el ensilaje de maíz es una práctica muy empleada en los Estados Unidos y en Argentina, asimismo es muy usual en los países europeos. En la franja tropical y especialmente en Mesoamérica, el cultivo de esta planta para forraje está poco extendida debido principalmente a la antigua y amplia cultura del cultivo de maíz para la producción de grano.

El cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha (Wang-Yeong *et al.*, 1997; Aldrich y Leng, 1974) en un corto tiempo, y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha (Aldrich y Leng, 1974). El contenido de materia seca varía de 15 a 25 % en la planta verde y la composición química es de 4 a 11 % de proteína cruda, 1 a 3,5% de extracto etéreo, 27 a 35% de fibra cruda, 34 a 55% de extracto libre de nitrógeno y de siete a 10% de cenizas, en la materia seca (Sánchez y Oliviera, 1973; León, C., 1980). Se estima una digestibilidad media de 60%, con valores mínimos de 40% en cultivos muy maduros y valores máximos de 71% en los jóvenes (Piccioni, 1970). Cuando el maíz está entre el estado lechoso y pastoso duro, la planta está en su condición óptima para la cosecha y conservación. El contenido de materia seca es de 25 a 31%, 5,7 a 6,7% de proteína cruda, 55 a 59% de fibra neutro detergente, 36% de fibra ácida detergente y 67% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Bruno *et al.*, 1995).

Por falta de información en Mesoamérica sobre el rendimiento de biomasa de maíz, a través de los estados de crecimiento, y su correspondiente valor alimenticio para el ganado bovino, se planteó el presente experimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata" de la Universidad de Costa Rica. Dicha estación está ubicada a 1542 msnm, con una precipitación media anual de 2050 mm, distri-

buida en los meses de mayo a noviembre. La temperatura media es de 19,5 °C y la humedad relativa media es de 84%. El suelo es de origen volcánico, clasificado como Typic Distrandepts (Vásquez, 1982). Se caracteriza por una profundidad media, con buen drenaje natural y una fertilidad media. El terreno empleado tiene un pH de 6,0. La zona se tipifica ecológicamente como bosque húmedo montano bajo (Tosi, 1970; citado por Vásquez, 1982).

Para las labores del cultivo se aró y rastreó una hectárea de terreno. Se fertilizó con 368 kg de la fórmula 10-30-10. Se volvió a rastrear y se ralló a 70 cm entre surcos. La siembra se hizo con 50 kg de semilla de maíz criollo forrajero de la zona alta de la provincia de Cartago, distribuida a 50 cm entre plantas, hecha manualmente, depositando tres semillas por golpe. Se pasó un herbicida preemergente y postemergente para controlar malezas de hoja ancha. Esta variedad es de porte muy alto, el cual varía entre los tres y cuatro metros, un tallo de excelente grosor, y las láminas de las hojas anchas, lo cual permite producciones de materia verde alrededor de 45 t/ha/corte. Además posee la particularidad de no perder la hoja basal durante su ciclo de vida. A los 37 días de edad se realizó el primer muestreo de plantas y los siguientes se efectuaron cada 14 días hasta los 149 días de edad. A los 42 días de la siembra se aplicó 45,5 kg de N a base de nitrato de amonio. Los sitios de muestreos se realizaron al azar, recolectando 10 metros lineales en el surco previamente seleccionado. Se tomaron dos muestras de cinco metros cada una. La primera muestra se empleó para estimar la producción de biomasa, separando tallos, hojas, flores y mazorcas, cortadas las plantas a 10 cm sobre el nivel de suelo. Las diferentes partes de la planta fueron pesadas y secadas en un horno a 60 °C durante 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente se molieron y se procedió a determinar el contenido de materia seca en una estufa a 105 °C, la proteína cruda por el método Kjeldall y las cenizas totales (AOAC, 1980). La fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD), la lignina fueron analizadas por el método descrito por Goering y Van Soest (1970).

Los valores de hemicelulosa y celulosa se obtuvieron por diferencia de las fracciones correspondientes. En la segunda muestra, las plantas se sacaron completamente, separando las raíces, tallos, hojas, flores y mazorcas. Se midió el volumen radical, así como el largo y grosor de los tallos en la parte basal y distal.

RESULTADOS

La producción tanto en biomasa verde como seca en tallos, hojas, flores y fruto de la planta de maíz fue-

ron medidos a diferentes edades de crecimiento y se presentan en el Cuadro 1. En la Figura 1 se observa la forma sigmoidea de la producción total de materia seca aprovechable en la alimentación animal y el desarrollo progresivo de las partes de la planta conforme aumenta la edad. Antes de los 65 días de edad, el rendimiento de materia seca de hojas fue superior al de tallo, posteriormente se favoreció la acumulación de tallo, superando cerca de tres veces la producción de materia seca en la hoja. A los tres meses emergieron los primeros brotes florales y dos semanas después se recolectaron las primeras mazorcas. Estas tuvieron el mayor rendimiento a los cuatro meses.

En el Cuadro 2 se muestra la composición porcentual de las partes que componen la planta de maíz, incluyendo la porción correspondiente a la parte radical. Antes de los 51 días de crecimiento, se observó que la acumulación de materia seca en la raíz fue una séptima parte de la planta entera (14%) y las restantes seis séptimas partes (86%) correspondieron a la parte aérea. A partir de los 65 días de crecimiento, aumentó la proporción radicular de la planta hasta los 80 días y a los tres meses se produce un descenso paulatino en la acumulación de materia seca radical.

En el Cuadro 3 se muestra la altura y el grosor del tallo fresco, así como el volumen radicular de la planta de maíz en verde. En el Cuadro 4 se presenta la relación hoja:tallo en base seca, de la planta a través de su crecimiento. A los 65 días, la relación de hojas y tallo tuvo proporciones similares. Anterior a esa edad la relación

fue mayor que uno, predominando la parte foliar. Posterior a los 65 días, la relación fue menor que uno, predominando la acumulación de tallo y decreciendo esa relación paulatinamente conforme aumentó la edad.

En el Cuadro 5 se presenta la composición nutricional de las partes de la planta de maíz, a diferentes edades de crecimiento. Se observa que la concentración de materia seca en el tallo es menor que en la hoja, en todas las edades del crecimiento. El contenido de proteína cruda en el tallo es alto (18%) en los primeros 50 días, decrece a 11% a los 80 días y en los restantes días se mantiene entre 6,5 y 7,5%. En la hoja, la proteína cruda fue superior a 20% en los primeros 80 días y disminuyó paulatinamente hasta un 14% al final del periodo. El contenido proteico de la flor fue similar al de la hoja (19%) a los 107 días y disminuyó a 10% después de los 120 días de crecimiento de la planta. La mazorca tuvo al inicio un contenido proteico ligeramente inferior a la flor, el cual creció en los días siguientes. El contenido de fibra neutro detergente en el tallo fue de alrededor de 50% en los primeros 50 días, de 60% hasta los 80 días y superior a 70% a partir de los 90 días. Las hojas mostraron un contenido de pared celular creciente de 55 a 72% hasta los 90 días de crecimiento y se estabilizó en 62-65% durante el restante periodo de desarrollo. La mazorca mostró contenidos variables entre 55 y 65% de pared celular. El contenido de fibra ácido detergente en el tallo fue de un 15% inferior a la fibra neutro detergente durante los primeros 80 días y posteriormente a los 90 días, creció esta diferencia alrededor de 25%. En la hoja, la concen-

Cuadro 1. Producción de materia verde y seca de la planta entera de maíz en kg/ha. Cartago, Costa Rica. 199_.

Edad en días	Materia verde				
	Hoja	Tallo	Flor	Mazorca	Total
37	1042,86	742,86			1785,71
51	4350,00	5350,00			9700,00
65	11285,71	35428,57			46714,29
79	10714,29	37142,86			47857,14
93	14964,29	51571,43	1007,14		67542,86
107	11857,14	66785,71	1571,43	7785,71	88000,00
121	10185,71	54285,71	1285,71	26500,00	92257,14
135	11671,43	52285,71	785,71	14500,00	79242,86
149	11028,57	48428,57	671,43	8728,57	68857,14
Edad en días	Materia seca				
	Hoja	Tallo	Flor	Mazorca	Total
37	97,14	35,71			132,86
51	657,14	292,86			950,00
65	1628,57	1607,14			3235,71
79	1785,71	2121,43			3907,14
93	2857,14	5392,86	150,00		8400,00
107	3442,86	6457,14	528,57	814,29	11242,86
121	2474,29	8794,29	391,43	3524,29	15184,29
135	2757,14	9150,00	267,14	2697,14	14871,43
149	3341,43	8959,29	294,29	1684,29	14279,29

Cuadro 2. Composición porcentual de las partes que componen la planta de maíz en base verde y seca. Cartago, Costa Rica.

Edad en días	En base verde					
	Hoja	Tallo	Raíz	Flor	Mazorca	Total
37	38,96	49,22	11,82			100,00
51	29,24	59,36	11,40			100,00
65	25,12	67,50	7,38			100,00
79	24,09	68,25	7,65			100,00
93	20,94	69,46	7,97	1,64		100,00
107	13,18	71,58	6,95	1,32	6,97	100,00
121	15,68	62,86	6,92	0,89	13,65	100,00
135	15,39	45,80	6,99	1,28	30,53	100,00
149	10,02	62,17	6,50	0,21	21,09	100,00

Edad en días	En base seca					
	Hoja	Tallo	Raíz	Flor	Mazorca	Total
37	64,29	21,43	14,29			100,00
51	50,34	35,57	14,09			100,00
65	43,10	39,94	16,95			100,00
79	32,51	51,13	16,37			100,00
93	24,32	59,86	13,11	2,70		100,00
107	22,28	60,08	10,13	2,87	4,64	100,00
121	21,39	57,09	9,83	1,52	10,17	100,00
135	18,60	41,03	9,06	2,23	29,07	100,00
149	14,94	56,60	7,98	0,46	20,02	100,00

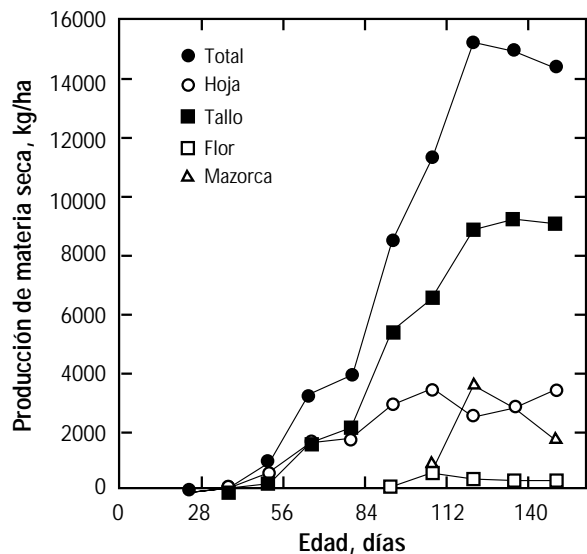


Figura 1. Acumulación de materia seca en la planta entera y en las partes de la planta a través de las edades de crecimiento.

tracción de fibra ácida fue un 22% inferior que el contenido de pared celular en los primeros 80 días y durante el periodo de crecimiento restante mostró una diferencia de alrededor de 30%. En la flor y en la mazorca el contenido de fibra ácida fue entre 25 y 40%. El contenido de hemicelulosa fue entre 15 y 25% en el tallo, entre 22 y 35% en la hoja y entre 21 y 37% en la flor y la mazorca.

Cuadro 3. Altura, grosor del tallo y volumen radical de la planta de maíz verde.

Edad días	Grosor Altura cm	Grosor basal mm	apical mm	Volumen cc
37	27,30	16,60	12,95	95
51	52,00	30,49	21,31	195
65	120,00	30,50	26,00	280
79	190,00	30,53	15,33	980
93	309,00	32,50	7,25	760
107	350,00	32,13	5,38	710
121	365,00	32,83	5,50	690
135	440,00	33,75	5,50	680
149	381,00	31,00	5,00	660

Cuadro 4. Relación hoja:tallo en base seca.

Edad en días	Relación hoja:tallo
37	2,72
51	2,24
65	1,01
79	0,84
93	0,53
107	0,53
121	0,28
135	0,30
149	0,37

En el Cuadro 5 se observa que la fracción de lignina en el tallo creció de un 2% al inicio del periodo de crecimiento hasta un 6% al final. La hoja mostró un rango estrecho de 2,7 a 4,3%, la flor entre cuatro y siete por ciento y la mazorca entre 1,8 y 3,2% de lignina. El contenido de cenizas totales en el tallo fue superior a 22% en los primeros 80 días e inferior a 11% después de los 120 días. La hoja mostró un rango muy estrecho de variación, entre 11 y 16% de cenizas. Contrariamente la flor presentó diferencias muy altas (5,2 a 18,1%) en las distintas edades, mientras que en la mazorca el contenido de cenizas fue entre 3,7 y 7,3%.

DISCUSIÓN

En Centroamérica, la zona tradicional de siembra de maíz, especialmente para grano, ha sido la costa del Pacífico. Tiene un ciclo de 120 días iniciándose en mayo y junio, de manera que las plantas tienen la oportunidad de desarrollarse en días largos y con suficiente humedad. En la altura de la Meseta Central, es un cultivo más de rotación y se lleva a cabo con variedades adaptadas de porte alto y el rastrojo se emplea en la alimentación del ganado o como sostén para cultivos secundarios como el

frijol. Muy poco se cultiva para ensilaje o para ofrecerlo en base fresca en la nutrición de vacas lecheras en la época seca. Es un cultivo creciente entre los productores de leche y requiere atención experimental en las zonas tanto de altura como de bajura en Mesoamérica.

En el presente estudio se cuantificó a diferentes edades, la acumulación de materia verde y materia seca ocurrida a través del crecimiento de la planta de maíz para uso forrajero en la alimentación de animales rumiantes. El rendimiento del cultivo, en diferentes edades de crecimiento y fraccionado en tallos, hojas, flores y mazorcas, ha permitido conocer separadamente la contribución de las partes de la planta e individualizar la composición nutricional de cada estructura vegetal. Se empleó la densidad de siembra y la cantidad de semilla tradicional, observándose un rendimiento superior a 40-45 /ha/MV a los 120 días, según lo informan Aldrich y Leng, 1974. Este rendimiento fue alcanzado a los 65 y 79 días de crecimiento y a los 90 días se obtuvieron 67 t/ha/MV. Tomando en cuenta el régimen lluvioso de Costa Rica, el cultivo de maíz forrajero a estas edades permitiría dos

Cuadro 5. Composición química de la planta de maíz a diferentes edades de crecimiento. Cartago, Costa Rica.

Parte de la planta	Edad días	MS %	PC %	FND %	Hemicel %	FAD %	Celulosa %	Lignina %	Cenizas %
Tallo	37	5,09	18,58	48,66	15,34	33,32	31,50	1,82	24,63
	51	4,97	18,47	48,51	16,25	32,26	29,75	2,51	22,10
	65	4,08	12,86	59,17	17,47	41,70	38,59	3,11	22,80
	79	5,44	10,76	60,93	15,80	45,13	41,58	3,55	22,47
	93	10,23	8,14	73,98	19,93	54,05	48,24	5,81	15,87
	107	10,93	7,41	72,36	24,80	47,56	42,96	4,60	11,77
	121	14,66	7,41	69,31	25,38	43,93	38,16	5,77	7,43
	135	15,62	6,49	69,77	25,13	44,64	39,24	5,40	7,17
	149	16,60	7,30	67,03	24,59	42,44	36,05	6,39	6,64
Hoja	37	9,13	27,85	54,05	22,96	31,09	27,89	3,20	13,70
	51	13,42	22,93	67,81	34,29	33,52	30,68	2,84	12,41
	65	12,51	22,17	64,96	28,68	36,28	33,50	2,78	10,85
	79	11,88	20,66	68,52	28,63	39,89	37,08	2,81	13,15
	93	17,81	17,95	72,26	35,68	36,58	33,90	2,68	11,20
	107	24,90	19,96	62,55	26,19	36,36	32,66	3,70	14,21
	121	21,94	19,05	65,94	30,11	35,83	31,88	3,95	12,76
	135	21,43	16,22	63,36	25,69	37,67	34,30	3,37	16,25
	149	27,44	14,76	65,35	29,67	35,68	31,40	4,28	13,20
Flor	107	30,35	19,70	46,12	21,11	25,01	18,14	6,87	5,26
	121	27,01	10,68	67,16	26,87	40,29	35,19	5,10	18,12
	135	29,98	8,47	72,19	32,48	39,71	35,55	4,16	6,37
	149	39,03	10,38	72,43	32,65	39,78	33,53	6,25	11,95
Mazorca	107	9,56	15,20	60,95	35,79	25,16	23,25	1,91	7,33
	121	11,44	13,13	64,57	36,98	27,55	24,42	3,13	5,35
	135	16,28	10,56	65,38	34,63	30,75	28,51	2,24	5,14
	149	17,23	9,80	56,97	32,18	24,79	23,00	1,79	3,74

y hasta tres cosechas por año. Por la relación de hojas:tallos observada en el Cuadro 4, a 65 días de crecimiento, el forraje tendría igual proporción de hojas y tallos; y a los 90 días, habría una mayor proporción de tallos. En esta edad aparecieron los primeros brotes florales (Cuadro 1) que indicarían el momento de la cosecha. A los 120 días habría un 30-35% más de biomasa por hoja y tallo que a los 90 días y un incremento de 40% de biomasa por mazorca. En este momento la relación hoja:tallo bajaría a 0,28% y el deterioro de la relación hoja:tallo después de los 90 días se debería parcialmente a la senescencia de las hojas basales y a su desprendimiento. La aparición de flores y la formación de mazorcas, en el periodo siguiente, hace aumentar la producción de biomasa por planta y por unidad de área (CATIE, 1990; Hanway, 1971).

Si bien se reconoce que con el cultivo de maíz se consigue obtener elevados rendimientos de forraje para la alimentación de rumiantes, de manera rápida (Aldrich y Leng, 1974), la calidad contribuye a determinar el mejor aprovechamiento como alimento animal.

En este estudio, antes de los 90-100 días, el forraje de maíz estuvo compuesto de hoja y tallos, posteriormente contribuyeron las flores y mazorcas (Cuadro 5). El contenido de materia seca en el tallo fue bajo (4,5 - 5%) hasta los 80 días de crecimiento y aceptable (> 14%) a partir de los 120 días. En la hoja fue aceptable hasta los 80 días y bueno (> 25%) a partir de los 107 días. A partir de esa edad, emergió la flor, con un alto contenido de materia seca y se inició el crecimiento de las mazorcas con un contenido bajo de materia seca. La concentración de materia seca mejoró hasta un nivel aceptable conforme la mazorca fue desarrollando. El contenido de proteína cruda en el tallo fue alto en los primeros estadios y decreció rápidamente a partir de los 65 días. En la hoja, los niveles de proteína se conservan altos hasta los 80 días y decrecieron lentamente en el resto del periodo en estudio, conservándose en niveles medio altos para la alimentación del ganado. La flor y la mazorca, evidentemente superan en contenido proteico al tallo. Sin embargo, esos niveles son inferiores a los encontrados en la hoja, produciendo un deterioro en la concentración proteica total al usar la planta entera como forraje.

El contenido de pared celular fue relativamente alto desde edades muy tempranas, tanto en tallo como en hoja, flor y mazorca. Los valores fueron similares a los pastos maduros de las regiones subtropicales (Van Soest, 1982). La concentración de hemicelulosa en el tallo fue menor que en la hoja en todas las edades y en la mazorca inferior a la encontrada en los tallos u hojas. En forma opuesta, se observa que el contenido de fibra ácida detergente en el tallo fue superior al encontrado

en la hoja. Los valores en hoja fueron menores a los de forrajes tropicales, incluyendo las plantas de maíz cultivadas en zonas tropicales cálidas (Sánchez y Oliviera, 1973). El contenido de lignina encontrado en el tallo fue bajo en los primeros 80 días y se elevó a un nivel medio en el periodo de crecimiento siguiente. La concentración de lignina en la hoja y en la mazorca fue baja durante todo el periodo de crecimiento.

Con estos índices bromatológicos, el forraje de maíz constituye una buena fuente de alimentación del ganado lechero. Estos resultados deben complementarse con experimentos biológicos, relacionados con la degradabilidad ruminal, la velocidad de pasaje y el rendimiento en producto animal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la zona donde se llevó a cabo este experimento, se obtuvo un alto rendimiento de materia seca en el maíz criollo forrajero, lo cual indica que esta variedad fue buena para la producción de forraje. Antes de los 65 días de crecimiento, la producción de hojas fue superior a la de tallo. Posterior a esta edad, la planta fue mayor productora de tallo. Las flores emergieron después de los 100 días y ellas tuvieron un alto contenido de materia seca, contribuyendo poco en el rendimiento global del cultivo. A los 120 días, la producción de materia seca en las mazorcas fue ligeramente mayor a la acumulada por las hojas. El contenido de materia seca en el tallo, antes de los 120 días, y en la hoja antes de los 80 días fue bajo, para ser empleado como forraje en la alimentación del ganado. El contenido de proteína cruda comenzó a decrecer drásticamente a los 65 días en el tallo y a los 90 días en la hoja. Sólo en los primeros 50 días de crecimiento, la pared celular de los tallos fue menor a 50%. El contenido de cenizas fue mayor en el tallo que en la hoja en los primeros 90 días. Por las cualidades fenológicas observadas y la concentración de nutrientes en tallos y hojas, se recomienda la cosecha y el aprovechamiento del forraje de maíz entre 80 y 90 días de crecimiento. En edades posteriores, se puede obtener el beneficio de un mayor tonelaje por unidad de superficie, sacrificando la calidad nutricional.

LITERATURA CITADA

- ALDRICH, S.R., LENG, E.R. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.
- A.O.A.C. 1980. Methods of analysis. Ed. 13. Washington D.C. EUA. Association of official analysis chemistry .

- BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; DÍAZ, M.C.; GAGGIOTTI, M.C. 1995. Efecto del momento de corte del maíz para ensilaje sobre la producción de leche. INTA, Reporte Técnico. Argentina. 100 p.
- CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del maíz. Serie Técnica. Informe Técnico No. 152. Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
- HANWAY, J.J. 1971. Cómo se desarrolla una planta de maíz. CYMMYT. México. 26 p.
- 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.H.; OLIVIERA, A.C. 1973. Producción de materia seca y estimación del potencial fotosintético mediante la defoliación artificial en maíz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Reunión de maiceros de la Zona Andina. p. 45-55.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. O & B Books, Inc. 374 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.
- WANG-YEONG, CH.; LEE-MIAN, L.; CHENG, W.; WANG, Y.C.; LEE, M.; CHENG, W. 1995. Effect of planting density and nitrogen application rates on growth characteristics, grass yield and quality of forage maize. Journal of Taiwan Livestock Research 28(2): 125-132.