

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA EPOCA LLUVIOSA  
SOBRE PRODUCTIVIDAD, COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD  
IN VITRO DEL PASTO KIKUYO BAJO PASTOREO EN EL CANTON  
DE CORONADO<sup>1</sup> \*

Edgar Castillo \*\*  
Juan Coward \*\*  
Jorge Manuel Sánchez \*\*  
Carlos Jiménez \*\*  
Carlos López \*\*\*

ABSTRACT

Effect of nitrogenous fertilization on yield, chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of Kikuyo grass during the wet season in Coronado county. The effect of the combination of five nitrogen levels (0, 125, 250, 375 and 500 kg/ha/year) and three sources of nitrogen (urea-46 o/oN-, ammonium sulfate-21 o/oN- and ammonium nitrate-33.5 o/oN) on yield, chemical composition and nutritive value of Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*, Hochst), were analyzed in a randomized block design experiment with four replications. Sampling was performed every 28 days during six months during the rainy season and then plots were uniformed through intensive grazing by dairy cows.

Results indicate that dry matter production, dry matter content, growth rate, dry matter production per kilogram of nitrogen and nitrogen recuperation differed ( $P < 0.01$ ) among levels of fertilization. Biomass production was increased with increasing levels of fertilizer. However, the concentration of the different nutrients and the efficiency of nitrogen utilization by the plant were reduced as levels of fertilization were increased.

*In vitro* dry matter digestibility tended to improve with the application of higher quantities of fertilizer. The 500 kg nitrogen level/ha/year showed 17.77 o/o crude protein, 53.47 o/o neutral detergent fiber and 81.68 o/o *in vitro* dry matter digestibility. Crude protein and neutral detergent fiber values were different ( $P < 0.01$ ) among levels of fertilization. These values tended to improve with increasing nitrogen levels.

No significant effect was found for the variables analyzed among the different nitrogen sources.

Experimental results suggest that the nitrogen source used for forage fertilization should be the one that offers the best opportunity price in the market. A direct relationship was also found among the levels of fertilization and the production and quality of the forage.

1 Recibido para su publicación el 24 de marzo de 1983.

\* Proyecto 02-07-06-50. Financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

\*\* Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica.

\*\*\* Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.

INTRODUCCION

La alimentación de los animales rumiantes en las zonas tropicales debe basarse en los forrajes, ya que los granos deben destinarse a la alimentación humana y de los animales monogástricos. Por esta razón, cualquier esfuerzo bien dirigido que se

haga para mejorar la productividad y calidad de los forrajes será beneficioso para la producción animal.

Bajo las condiciones de clima tropical el principal factor de la fertilización del suelo que limita la producción y composición química de los forrajes es la disponibilidad de nitrógeno para la planta (6, 14, 15). El grado de disponibilidad de este elemento está determinado por características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, la temperatura del aire y la cantidad y distribución de la precipitación pluvial durante un período determinado (12). Estas condiciones varían entre los diferentes microclimas que caracterizan al trópico, y motivan la investigación sobre fertilizantes nitrogenados en zonas específicas.

Dado que la fertilización nitrogenada es uno de los factores que el hombre puede manipular para incrementar y mantener la producción y el valor nutritivo del pasto durante todo el año (12), el objetivo del presente trabajo experimental fue cuantificar el efecto de la fuente y de las dosis de nitrógeno aplicados al pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hochst) sobre su producción, composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la magnitud de la utilización del fertilizante por planta.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se efectuó en la finca Montelindo ubicada en el distrito de San Rafael, cantón Vázquez de Coronado. Esta región se encuentra a 1982 msnm. La precipitación pluvial promedio anual en la zona, entre los años 1935 y 1973 fue de 2288 mm y la temperatura media nual de 18,8 C. El período experimental estuvo comprendido entre los meses de junio a diciembre de 1979.

Antes de sembrar el pasto, el terreno se aró para corregir su excesiva compactación y se incrementó el contenido de calcio del suelo aplicando 1000 kg/ha de carbonato de calcio. Asimismo se adicionaron algunos micronutrientes al suelo (cobre, zinc, manganeso y molibdeno). Cuatro semanas antes del primer muestreo foliar las parcelas se uniformaron y fertilizaron con elementos mayo-

res. Se aplicó 250 kg/ha de  $P_2O_5$  en forma de triple superfosfato, 150 kg/ha de potasio y 200 kg/ha de magnesio, estos últimos en forma de sulfomag (50 o/o de  $MgSO_4$  y 50 o/o de  $K_2SO_4$ ).

El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos correspondieron a un arreglo factorial 5 x 3: 5 niveles de fertilización (0, 125, 250, 375 y 500 kg de nitrógeno/ha/año) y tres fuentes de nitrógeno (urea-46 o/oN-, sulfato de amonio-21 o/oN- y nitrato de amonio-33,5 o/oN-). Las parcelas se diseñaron de 4 m de largo por 3 m de ancho y la separación entre ellas fue de 1 m.

El forraje fue muestreado a 10 cm sobre el suelo cada 28 días durante los 6 meses que duró el experimento. Después de cada muestreo las parcelas fueron uniformadas mediante pastoreo realizado con una carga animal alta y luego se aplicaron los tratamientos correspondientes; las cantidades de nitrógeno se repartieron equitativamente, a través del período experimental. En cada corte se determinó la producción del forraje verde y materia seca (MS) por unidad de superficie; la tasa de crecimiento del pasto: (kg/ha de MS producida ÷ número de días de recuperación); el porcentaje de recuperación de nitrógeno: (contenido de nitrógeno del tratamiento "X" - contenido de nitrógeno del testigo) ÷ (kg de nitrógeno aplicado por corte al tratamiento "X") y la producción de MS en kg por kg de nitrógeno aplicado (KMSKN): (producción de MS del tratamiento "X" - producción de MS del testigo) ÷ (kg de nitrógeno aplicado por corte al tratamiento "X").

Para evaluar el valor nutritivo de los pastos se analizaron los contenidos de MS y proteína cruda (PC) mediante los métodos descritos por el AOAC (1), el porcentaje de fibra neutro detergen (FND) por medio del método de Van Soest y Wine (18) y Goering y Van Soest (11) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) mediante la metodología de Tilley y Terry (17) modificada por Goering y Van Soest (11).

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza. En los casos en que la fuente de variación resultó significativa ( $P < 0,05$ ) se procedió a aplicar la prueba de Duncan, para la comparación de medias.

**Cuadro 1.** Producción promedio de materia seca en t/ha/corte del pasto kikuyo fertilizado con tres fuentes y cinco niveles de nitrógeno.

Fuente de nitrógeno	kg/ de nitrógeno/ha/año					$\bar{X}$
	0	125	250	375	500	
Urea	1,32	1,50	1,58	1,48	1,79	1,53 <sup>a</sup>
Nitrato de amonio	1,32	1,33	1,71	1,60	1,81	1,55 <sup>a</sup>
Sulfato de amonio	1,32	1,44	1,59	1,60	1,92	1,57 <sup>a</sup>
$\bar{X}$	1,32 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	1,63 <sup>b</sup>	1,56 <sup>b</sup>	1,84 <sup>c</sup>	1,55

Promedios con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Producción de materia seca.** En el Cuadro 1 se puede observar que la producción promedio de MS por corte fue de 1,55 t/ha y que conforme se incrementó el nivel de nitrógeno de 0 a 500 kg/ha/año, la producción de MS aumentó ( $P < 0,01$ ). Resultados similares han sido encontrados en el pasto kikuyo por Award y Edward (4), Colman y O'Neil (9) y Goold (13). El mejor nivel de fertilización resultó ser el de 500 kg/ha/año con un promedio de 1,84 t de MS por corte.

No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes fuentes de nitrógeno evaluadas. Sin embargo, las parcelas fertilizadas con sulfato de amonio produjeron cantidades de forraje superiores a las tratadas con nitrato de amonio o urea. Con respecto a la producción de MS a través del tiempo, se encontró una relación directa entre ésta y la tendencia promedio de la precipitación pluvial en la zona, lo cual indica que la mayor humedad del suelo favorece la disponibilidad del nitrógeno para la planta. Esta relación produjo diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre cortes. En los últimos meses del invierno la producción de MS tendió a disminuir. Sin embargo, las parcelas fertilizadas siempre mostraron una mayor producción de forraje. Goold (13) afirma que el pasto kikuyo es capaz de seguir creciendo con poca humedad, siempre y cuando se hagan adecuadas aplicaciones de nitrógeno.

**Contenido de materia seca en el forraje.** El promedio de MS por corte fue de 10,80 o/o. Se observó que al aumentar la dosis de nitrógeno de 0 a 500 kg/ha/año, se produjo un descenso ( $P < 0,01$ ) en el porcentaje de MS. Este comportamiento se debe a que al incrementarse la dosis de nitrógeno se produce un mayor crecimiento, asociado con un forraje más tierno y succulento. Así, los mayores contenidos de MS se obtuvieron con los niveles de 0 y 125 kg de nitrógeno/ha/año, que correspondieron a 11,53 o/o y 11,27 o/o respectivamente. Carrillo (8) ha informado de conclusiones similares al analizar gramíneas tropicales.

No se encontró efecto de las distintas fuentes de nitrógeno aplicadas, sobre el contenido de MS en el forraje. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre cortes, siendo los meses de menor precipitación los que presentaron más altos porcentajes de MS, lo cual indica que la disponibilidad de nitrógeno y por consiguiente el crecimiento del pasto se reduce por falta de una adecuada humedad del suelo (12).

**Tasa de crecimiento del forraje.** La tasa de crecimiento promedio por corte fue de 59,68 kg de MS/ha/día. El nivel de aplicación de nitrógeno que produjo una mayor tasa de crecimiento resultó ser el de 500 kg/ha/año con un valor de 70,31 kg de MS/ha/día. Los valores obtenidos indican que conforme se incrementa la dosis de nitrógeno la tasa de crecimiento aumenta significativamente

**Cuadro 2. Porcentaje promedio de proteína cruda por corte del pasto kikuyo fertilizado con tres fuentes y cinco niveles de nitrógeno (base seca)**

Fuente de nitrógeno	kg/ de nitrógeno/ha/año					$\bar{X}$
	0	125	250	375	500	
Urea	16,01	16,58	16,87	17,64	17,64	16,98 <sup>a</sup>
Nitrato de amonio	16,01	16,81	17,42	17,42	17,28	16,93 <sup>a</sup>
Sulfato de amonio	16,01	17,00	17,82	16,64	18,25	17,14 <sup>a</sup>
$\bar{X}$	16,01 <sup>a</sup>	16,80 <sup>b</sup>	17,27 <sup>c</sup>	17,23 <sup>c</sup>	17,77 <sup>d</sup>	17,02

Promedios con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

( $P < 0,01$ ). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Carrillo (8), Colman y O'Neil (9) y Goold (13) en gramíneas tropicales. No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes fuentes de nitrógeno evaluadas. El número de cortes afectó ( $P < 0,01$ ) este parámetro, siendo el corte correspondiente al mes de setiembre el que presentó el mayor valor de tasa de crecimiento (88,57 kg de MS/ha/día. Este mes también fue el de mayor precipitación pluvial, indicando que existe una relación directa entre la lluvia y la tasa de crecimiento del forraje.

**Contenido de proteína cruda.** El contenido promedio de PC por corte fue de 17,1 o/o. En el Cuadro 2 se puede observar que conforme se incrementó el nivel de nitrógeno se produjo un aumento ( $P < 0,05$ ) en el contenido de PC. Resultados similares han encontrado Avila (2), Coward (10) y Goold (13). El nivel de 500 kg de N/ha/año, fue el que produjo el mayor contenido de PC (17,77 o/o). No se encontraron diferencias entre las fuentes de nitrógeno estudiadas. El contenido de PC varió significativamente ( $P < 0,01$ ) entre cortes. En los meses de alta producción de forraje el contenido de PC disminuyó debido a un efecto de dilución del nitrógeno en la materia seca.

**Contenido de fibra neutro detergente.** El contenido promedio de FND por corte fue de 55,42 o/o. Según los valores obtenidos, al incrementar el nivel de nitrógeno el contenido de FND disminuye en forma significativa ( $P < 0,05$ ). El nivel de 500 kg de nitrógeno/ha/año produjo el

menor porcentaje de FND (53,47 o/o). Este valor contrasta con el nivel de 57,17 o/o de FND obtenido en el tratamiento testigo. No se encontraron diferencias significativas entre las fuentes de nitrógeno evaluadas. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la interacción número de corte y nivel del nitrógeno aplicado, así como diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la interacción fuente por dosis de nitrógeno. Diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) fueron encontradas entre cortes. Los menores contenidos de FND se obtuvieron en los cortes correspondientes a los meses de agosto, setiembre y octubre, con valores de 53,93, 53,82 y 54,39 o/o, respectivamente. Estos meses también corresponden a los de mayor producción de forraje y precipitación pluvial en la zona. Se observó una relación inversa entre el nivel de nitrógeno aplicado y el contenido de FND en el forraje.

**Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.** No se encontraron diferencias significativas entre fuentes ni entre niveles de aplicación de nitrógeno para la DIVMS. Sin embargo, los mayores valores de DIVMS se lograron con los niveles más altos de nitrógeno. En el nivel de 500 kg de nitrógeno/ha/año el valor de DIVMS fue mayor que el testigo (81,68 vs. 77,61 o/o). El porcentaje promedio de DIVMS por corte fue de 78,87. Avila (2) que estudió este mismo pasto fertilizado con 200 kg de nitrógeno/ha/año reportó valores de 67,80 o/o de DIVMS en cortes realizados cada 12 semanas, observándose que la edad de la planta y por consiguiente su grado de lignificación afectan la DIVMS.

**Cuadro 3.** Porcentaje promedio de recuperación de nitrógeno por corte en pasto kikuyo fertilizado con tres fuentes y cinco niveles de nitrógeno.

Fuente de nitrógeno	kg/ de nitrógeno/ha/año					$\bar{X}$
	0	125	250	375	500	
Urea	0,0	66,49	47,13	27,06	43,85	46,13 <sup>a</sup>
Nitrato de amonio	0,0	19,09	71,49	37,81	41,79	42,54 <sup>a</sup>
Sulfato de amonio	0,0	55,08	59,25	32,11	58,03	51,11 <sup>a</sup>
$\bar{X}$	0,0	46,89 <sup>bc</sup>	59,29 <sup>c</sup>	32,33 <sup>b</sup>	47,89 <sup>bc</sup>	46,59

Promedios con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,01$ ).

Se observó que el número de corte afectó ( $P < 0,01$ ) la DIVMS, obteniéndose los valores más altos durante los meses más lluviosos. Barreto (5) y Salazar (16) han reportado que esta variable puede ser afectada por la precipitación pluvial, la temperatura, la edad de la planta y la intensidad de la luz. Se obtuvo una relación inversa entre los valores de DIVMS y de FND, y una relación directa entre la DIVMS y el porcentaje de PC.

**Recuperación de nitrógeno.** En el Cuadro 3 se puede observar que el porcentaje de recuperación de nitrógeno disminuyó al usarse dosis superiores a 250 kg de nitrógeno/ha/año. Sólo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre el testigo y los tratamientos de nitrógeno y entre las dosis de 250 y 375 kg de nitrógeno/ha/año. El mayor valor se obtuvo con 250 kg de nitrógeno/ha/año y fue de 59,29 o/o de recuperación de nitrógeno. Colman y O'Neil (9) en pasto kikuyo han encontrado un valor máximo de recuperación de nitrógeno del 56 o/o. No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes fuentes de nitrógeno estudiadas. Sin embargo, el sulfato de amonio superó al nitrato de amonio y la urea en aproximadamente cuatro y siete unidades porcentuales, respectivamente.

Hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre cortes. El mejor nivel de recuperación de nitrógeno se obtuvo en el corte correspondiente al mes de junio (61,41 o/o). En general, los mayores valores correspondieron a los cortes

efectuados durante los meses de más precipitación, lo que puede asociarse con una mejor utilización del nitrógeno debido a una mayor humedad del suelo.

**Producción de kg de materia seca por kg de nitrógeno aplicado.** Se obtuvo un promedio de 12,25 KMSKN. El mayor valor para esta relación se obtuvo con el nivel de aplicación de 250 kg de nitrógeno/ha/año (15,98 KMSKN), a partir de esta cantidad de nitrógeno la relación empezó a descender, debido probablemente a que al aplicar dosis elevadas de nitrógeno se produce una mayor acidificación del suelo, lo cual puede causar desequilibrios en la disponibilidad de fósforo y azufre para la planta y reducir su crecimiento.

No se encontraron diferencias significativas entre las fuentes de nitrógeno evaluadas. Se determinaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre cortes y en forma similar a la recuperación de nitrógeno, los mayores valores correspondieron a los cortes realizados durante los meses de mayor precipitación, siendo el corte efectuado durante el mes de setiembre el que presentó el mayor valor (18,0 KMSKN).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha obtenido un patrón muy flexible del uso de fertilizantes nitrogenados en el pasto kikuyo, con alternativas que permiten adaptarse

favorablemente a cambios de precios y de disponibilidad de los fertilizantes en el mercado, así como al tipo de la explotación que se realiza.

Se recomienda analizar el efecto de la fuente y del nivel de nitrógeno aplicado sobre el pH y la disponibilidad de los elementos minerales del suelo, así como la evaluación del efecto de las excretas de los animales sobre la composición química del pasto bajo un sistema intensivo como el estudiado. Además, se considera conveniente hacer estudios económicos donde se compare la alimentación animal a base únicamente de pasto fertilizado con la alimentación a base de pasto fertilizado más dietas balanceadas. Debido al bajo contenido de MS en el pasto kikuyo se sugiere evaluar prácticas de alimentación que incorporen materias primas fibrosas en la dieta para reducir la velocidad de paso del forraje a través del tracto digestivo, para así lograr un mayor aprovechamiento de la materia seca del pasto kikuyo. Esto también se podría lograr utilizando el forraje a un mayor grado de madurez y por consiguiente con un contenido de fibra más alto. El grado de madurez del forraje debe ser tal que no reduzca el contenido de los otros nutrimentos.

### RESUMEN

Se analizó el efecto de cinco niveles de aplicación de nitrógeno (0, 125, 250, 375 y 500 kg/ha/año y tres fuentes de este elemento (urea-46 0/o N-, sulfato de amonio- 21 0/o N- y nitrato de amonio-35,5 0/o N) sobre la productividad, la composición química y el valor nutritivo del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hochst).

Se encontró que la producción de materia seca, el contenido de materia seca, la tasa de crecimiento, la producción de materia seca por kg de nitrógeno aplicado y la recuperación de nitrógeno difirieron ( $P < 0,01$ ) entre niveles de fertilización. Al aumentar la cantidad del fertilizante aplicado la producción de biomasa fue mayor. Sin embargo, los diferentes nutrimentos sufrieron una reducción en su concentración y la eficiencia con que el nitrógeno fue utilizado por la planta se redujo.

Al incrementarse las dosis del fertilizante aplicado, el contenido de materia seca y su digestibilidad "in vitro" tendieron a mejorar. Al nivel de aplicación de 500 kg de nitrógeno/ha/año se obtuvo 17,77 0/o de proteína cruda, 53,47 0/o de fibra

neutro detergente y 81,68 0/o de digestibilidad "in vitro" de la materia seca. Hubo diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización para los valores de proteína cruda y de fibra neutro detergente.

No se encontró efecto significativo de las diferentes fuentes de nitrógeno sobre los parámetros analizados.

De la información obtenida se concluye que la fuente de nitrógeno a usar debe ser la que ofrezca el mejor precio de oportunidad en el mercado y que existe una relación directa entre el nivel de fertilización, producción de forraje y su calidad.

### LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 12th. ed. Washington, D.C. 1975. 1008 p.
2. AVILA, A.G. Determinación de la composición química y digestibilidad *in vitro* del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hochst) fertilizado. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1973. 52 p.
3. AWARD, A.S. Adverse effects of high rates of ammonium sulphate on growth and mineral content of *Pennisetum clandestinum*. Jour. Australian Institute Agric. Sci. 41: 134. 1974.
4. AWARD, A.S. y D.G. EDWARDS. Reversal of adverse effects on heavy ammonium sulphate application on growth and nutrient status of a kikuyo pasture. Plant and Soil. 48(1): 169-183. 1977.
5. BARRETO, M.C. Efecto de las frecuencias de corte y altos niveles de fertilización nitrogenada sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto *Brachiaria ruziziensis*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1976. 50 p.
6. BARTHOLOMEW, W.V.; BOUL, S.W.; COX, F.R.; KAMPRATH, E.J.; LUTZ, J.F. y SANCHEZ, P.A. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. North Caroline Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 219. North Carolina. U.S.A. 1973. 215 p.

7. BUCKMAN, H.D. y BRADY, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Traducción al español. UTEHA. México. 1966. 590 p.
8. CARRILLO, G.F. Frecuencia de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de seis gramíneas tropicales. Tesis Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 1974. 87 p.
9. COLMAN, R.L. y O'NEIL, G.H. Seasonal variation in the potential herbage production and response to nitrogen by kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*). Jour. Agric. Sci. (Cambridge) 19(1): 81-90. 1978.
10. COWARD, L.J. Composición química y digestibilidad *in vitro* de diez forrajes tropicales. Tesis Magister Scientiae. Universidad de Puerto Rico. 1972. 47 p.
11. GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agr. Handbook. Washington, D.C. 1970. sp.
12. GONZALEZ, M.H. y CAMPBELL, R.S. Rendimiento del pastizal. 2da. ed. Editorial Pax. México. 1973. 354 p.
13. GOOLD, G.J. Effect of nitrogen and cutting interval on production of grass species swards in Northland, New Zealand. I. Kikuyo dominant swards. New Zealand Jour. Exp. Agric. 7(4): 353-359. 1979.
14. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Pastos y forrajes. Jaime Lotero C. (ed.). Compendio No. 30. 1979. sp.
15. INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL. Los pastos en Cuba. In F. Funes, (ed). I. Producción. La Habana, Cuba. 1979. sp.
16. SALAZAR, M.A. Efecto de la frecuencia de corte y de cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1979. 66 p.
17. TILLEY, J.M.A. y TERRY, R.A. A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. Jour. British Grassland Soc. 18(2): 104-111. 1963.
18. VAN SOEST, P.J. y WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Official Agr. Chem. 46: 829-835. 1963.