

CARACTERIZACION NUTRITIVA DE *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis* "tardío", *Stylosanthes macrocephala* y *Zornia brasiliensis*

Mario Villaquiran P.*
Carlos Lascano **

COMPENDIO

Para el ensayo de alimentación se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron carneros "africanos" con pesos metabólicos de $11.28 \pm 0.8 \text{ kg}^{0.75}$. Se detectaron grandes diferencias en la calidad de las leguminosas. *C. macrocarpum* 5065 tiene alto valor nutritivo, medido tanto en términos de concentración de proteínas como en consumo de nutrientes digestibles. *S. macrocephala* 1643 tiene alto potencial de consumo, a pesar de su baja proporción de hojas en relación a tallo en estado maduro, siendo compensada por la proporción de inflorescencia de un valor nutritivo y consumo altos. El consumo voluntario de *S. guianensis* "tardío" 1283 es bajo, a pesar de su relativa buena proporción de hojas con relación a tallos en estado maduro. El consumo de *Z. brasiliensis* 7485 fue extremadamente bajo, lo cual se asocia con trastornos digestivos producidos por alcaloides.

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the nutritive value of four promising tropical forage legumes from CIAT germplasm bank. A randomized complete block design with four treatments and four replications was used for the feeding trial, totalling 16 African sheep ($11.28 \pm 0.8 \text{ kg}^{0.75}$) as experimental units. *C. macrocarpum* 5065 was found to have a very high nutritive value, measured both in terms of protein concentration and digestible nutrient intake. *S. macrocephala* 1643 had high intake potential, despite its low leaf: stem ratio when mature as a result of the considerable proportion of inflorescences with a high nutritive value and intake. *S. guianensis* "tardío" had a low voluntary intake despite its relatively good leaf: stem ratio when mature. *Z. brasiliensis* 7485 had an extremely low intake, which is associated with digestive disorders caused by alkaloids.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. A.A. 6713. Cali, Colombia.

1. INTRODUCCION

Uno de los factores que en el trópico limitan la producción animal a partir de forrajes es el bajo valor nutritivo de las gramíneas (Minson, 11), particularmente en la época seca (Norton, 12), en la cual el clima y la cantidad de forraje disponible pueden limitar la producción animal (Paladines, y Leal, 13).

Las gramíneas de las zonas tropicales maduran relativamente rápido y, por ende, su período vegetativo es corto. Característica que está asociada con el aumento de carbohidratos estructurales de sostén y de lignina y con la disminución de la digestibilidad y del contenido de proteína (Soest, 16).

La posibilidad de mejorar las deficiencias nutricionales de los forrajes suplementándolas con nitrógeno de fuentes vegetales o no protéico, resulta bastante costosa. Otra alternativa es el uso de las leguminosas, las cuales fijan nitrógeno aprovechable para las gramíneas asociantes y mantienen su calidad a través del tiempo, particularmente en la época seca cuando más la seleccionan los animales.

Entre las instituciones de investigación interesadas en la colección, selección y evaluación de leguminosas tropicales se encuentra el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, cuyo programa de Pastos Tropicales busca mejorar los rendimientos de la ganadería en una vasta área de América tropical, mediante el desarrollo de una tecnología de producción de forrajes para suelos ácidos e infértiles. Dentro de esta estrategia se planeó el presente ensayo con los objetivos de caracterizar nutricionalmente cuatro leguminosas forrajeras promisorias del banco de germoplasma del CIAT y de identificar sus factores positivos y de anti-calidad (físicos o químicos).

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó en la sub-estación de Quilichao del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), situada en Santander de Quilichao, Cauca, a 3° 6' de longitud Norte y 76° 31' de latitud Oeste, con una temperatura promedio de 24°C que varía entre 17.8 y 31.5°C, una altura de 990 m. s. n. m. y 1772 mm de precipitación. Los suelos se clasifican como Ultisoles, con alta acidez (3.8 a 4.4) y alto contenido de materia orgánica (7 - 8 o/o). Se utilizaron carneros de pelo de la raza llamada "Africana" (11.28 ± 0.8 kg^{0.75}) y las leguminosas *Centrosema macrocarpum* 5065, *Stylosanthes macrocephala* 1643, *S. guianensis* 1283 "tardío" (var *pauciflora*) y *Zornia brasiliensis* 7485.

Para el ensayo de alimentación se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por leguminosa. Los animales (16) se alojaron en jaulas metabólicas de madera. El período de alimentación se dividió en fase de ajuste (7 días) y de medición (10 días). El forraje se cosechaba en la mañana y se suministraba fresco en dos raciones; el material rechazado se retiraba todos los días en la mañana. A los animales se les suministraba sal mineralizada ad libitum y agua tres veces en el día.

Se determinó la materia seca del material ofrecido y rechazado, la proporción de hoja, tallo y flor, materia seca de heces. A las muestras se les practicaron los siguientes análisis químicos : humedad, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, nitrógeno, nitrógeno en las fibras detergentes neutra y ácida, lignina y alcaloides. Teniendo en cuenta que en un ensayo preliminar se presentaron diarreas en carneros alimentados con *Z. brasiliensis*, se realizó un análisis cualitativo de alcaloides en 15 ecotipos de *Zornia* sp.

Se realizaron análisis de varianza y la prueba de Rango Múltiple de Duncan sobre las variables composición de partes de planta de forraje ofrecido (o/o), composición química del forraje ofrecido (o/o), consumo de materia seca, hoja, tallo y flor (g MS/kg^{0.75}), digestibilidad aparente de materia seca (o/o), digestibilidad aparente de nitrógeno (o/o), digestibilidad verdadera de nitrógeno (o/o), nitrógeno metabólico fecal en función de consumo (g/100 g), materia metabólica fecal en función de consumo (o/o), digestibilidad de pared celular (o/o), digestibilidad in vitro de la materia seca, hoja, tallo, flor (o/o), concentración de nitrógeno en materia seca (o/o), concentración de nitrógeno en FND y FAD de heces (o/o), energía digestible (Mcal/kg).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Caracterización del material ofrecido.

3.1.1. Materia seca.

El promedio general de materia seca del forraje ofrecido fue de 43.5 ± 10.1 o/o, siendo los valores del orden de 53 (*S. macrocephala*), 49 (*S. guianensis*), 42 (*Z. brasiliensis*) y 30 o/o (*C. macrocarpum*). El menor contenido de materia seca de *C. macrocarpum* no presentó diferencias estadísticas con el resto de las leguminosas.

Los relativamente altos porcentajes de materia seca se debieron a la madurez del material forrajero y a la coincidencia de los cortes con una época de mínima precipitación.

3.1.2. Relación hoja: tallo: flor.

La mayor proporción de hojas (43.4 o/o) se presentó en *C. macrocarpum*, seguida por *S. guianensis* (34.6 o/o). Por otro lado el menor porcentaje ocurrió en *S. macrocephala* (17.5 o/o) y *Z. brasiliensis* (12.9 o/o).

C. macrocarpum y *S. guianensis* no presentaron floración durante el experimento, la que sí ocurrió con *S. macrocephala* y *Z. brasiliensis*.

3.1.3. Composición química.

3.1.3.1. Proteína cruda (PC).

Los porcentajes de PC fueron mayores en hojas (17.9 o/o) que en tallos (15.9 o/o), siendo intermedios (12.4 o/o) los valores de la planta entera. Por otro lado, el contenido de PC de la hoja de *C. macrocarpum* (25.1 o/o) fue mayor ($P \leq 0.05$) que el resto de las leguminosas evaluadas, presentándose el menor valor en *S. guianensis* (12.5 o/o). El relativamente alto contenido de PC en las hojas de *C. macrocarpum* es comparable con los valores encontrados por Soest (16) en alfalfa (17-25 o/o) y Keller-Grein (4) en *C. macrocarpum* (25.9 o/o) para un material de seis meses de rebrote. La PC promedio en los tallos fue del orden de 9.8 ± 1.6 o/o, siendo mayor en *C. macrocarpum* que en el resto de leguminosas.

El contenido de proteína cruda en la flor de *S. macrocephala* y *Z. brasiliensis* fue alto, dato importante, sobre todo en el caso de *S. macrocephala*, que en la época seca se defolia pero retiene las inflorescencias, las cuales constituyen un buen suplemento protéico.

3.1.3.2. Fibra detergente neutra (FDN).

El porcentaje promedio de FND en la planta entera fue de 68.8 ± 6.9 o/o, encontrándose los menores valores en *Z. brasiliensis* (58.1 o/o) y los mayores en *S. macrocephala* (77.4 o/o). No se encontraron diferencias en el contenido de FND en hojas de *C. macrocarpum*, *S. guianensis* y *S. macrocephala* y nuevamente las hojas de *Z. brasiliensis* tuvieron menor contenido de FND. Como era de esperarse los tallos tuvieron mayores ($P \leq 0.05$) valores de FND que la hoja en todas las leguminosas, siendo particularmente altos los niveles en los tallos de *S. macrocephala*. En estos valores influyó indudablemente el estado de madurez de los materiales evaluados, estando sin em-

bargo, dentro del rango esperado para leguminosas tropicales (Milford y Minson, 10), pero siendo mayores a los encontrados en otros estudios donde se incluyó *S. macrocephala* y *C. macrocarpum*.

3.1.3.3. Fibra detergente ácida (FDA).

El contenido de FDA de la planta entera fue de 50.9 ± 3.5 o/o, siendo más alto en *S. macrocephala* (56.5 o/o), no existiendo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el resto de leguminosas (51.3, 48.1 y 47.7 o/o). El porcentaje de FAD, superior al de las gramíneas en época seca el cual osciló entre 39.4 y 50.9 o/o (Laredo, 5), se puede explicar por el mayor contenido de lignina, en general, de las leguminosas que de las gramíneas (Soest, 16).

El porcentaje promedio de la FDA en la flor fue de 37.0 ± 12.9 o/o, siendo los valores similares a los de las hojas. El porcentaje de hemicelulosa, calculado a partir de diferencia entre FDN y FDA, fue mayor en la flor que en las hojas y tallos, particularmente en el caso de *Z. brasiliensis*. Tanto en las hojas como en los tallos de *S. macrocephala* el contenido de hemicelulosa fue mayor.

3.1.3.4. Lignina.

El promedio general de lignina para las hojas y tallos fue 12.9 y 17.8 o/o, respectivamente. Los mayores valores de lignina se encontraron en la hoja de *S. guianensis* y en tallos de *S. guianensis* y *S. macrocephala*. El mayor porcentaje de lignina en hoja de *C. macrocarpum* es consistente con los altos valores de FDA en esta parte de la planta. Así mismo, existe consistencia entre los valores de lignina y los valores de FDA de los tallos de *C. macrocarpum* y *S. macrocephala*.

En general, la lignina es una fracción química, resistente a la digestión, que tiende a incrementarse con la edad, influyendo negativamente en el valor nutritivo de los forrajes (Soest, 16). La baja digestibilidad de forrajes maduros y aun en crecimiento está asociada con un incremento de los carbohidratos estructurales e incremento de lignina en la pared celular (Soest, 15).

3.2. Consumo.

3.2.1. Consumo voluntario de materia seca.

El consumo de materia seca fue del orden de 63.42 ± 8.59 ; 37.59 ± 17.13 ; 54.03 ± 8.87 y 16.07 ± 14.66 g/kg^{0.75} para *C. macrocarpum*, *S. guianensis*,

S. macrocephala y **Z. brasiliensis**, respectivamente. El consumo promedio de las leguminosas fue 42.8 g MS/kg^{0.75}/día con un coeficiente de variación de 30.65 o/o. En términos de las leguminosas el consumo fue mayor ($P \leq 0.05$) en **C. macrocarpum** y **S. macrocephala**; el consumo de **S. guianensis** y **Z. brasiliensis** fue muy bajo y extremadamente variable entre animales. Con excepción de **C. macrocarpum**, el consumo de tallos fue mayor al de hojas, siendo notoria la diferencia en el caso de **S. guianensis** y **Z. brasiliensis**; resultados que no concuerdan con los de otros estudios donde en general las hojas han sido más consumidas que los tallos (Laredo y Minson, 6), parte de la diferencia podría radicar en que las leguminosas utilizadas en esta prueba eran maduras con relativamente altas proporciones tallo: hojas.

El consumo de **S. macrocephala** fue mayor que el de **S. guianensis** (54.0 vs 37.6 g MS/kg^{0.75}/día), a pesar de que **S. guianensis** mostró mayor nivel de proteína y contenido celular. La baja aceptabilidad de **S. guianensis** "tardío" combinada con su tolerancia a la sequía, podrían darle ventaja en ecosistemas, como el del Cerrado brasileño, con períodos prolongados de sequía. Además, podría ser una leguminosa de mucho valor como suplemento de pastos nativos, por ejemplo en los Llanos de Colombia. Sin embargo, su uso en mezcla con gramíneas mejoradas (**A. gayanus**) en ecosistemas con poco estrés de sequía se podría ver limitado por el manejo del pastoreo para mantener un balance adecuado de la mezcla (CIAT, 2).

En general se ha afirmado que el consumo de forraje está íntimamente relacionado con la proporción de hoja, situación que en este estudio fue válida en el caso de **C. macrocarpum** pero no de **S. guianensis**. Lo cual llama la atención sobre la existencia de otros factores, i. e. viscosidad en las hojas, que pueden influir en el consumo de plantas forrajeras.

3.3. Excreción de heces.

La excreción promedio de heces fue de 19.97 g MS/kg^{0.75}/día. Las mayores producciones ocurrieron con **S. macrocephala** (29.26) y **C. macrocarpum** (22.59) y las menores con **S. guianensis** (16.23) y **Z. brasiliensis** (7.8).

En el caso excepcional de **Z. brasiliensis** la muy baja producción de heces refleja los trastornos digestivos (diarrea) por efectos tóxicos de alcaloides, similar a lo registrado en otras especies forrajeras (Marten, Jordan y Hovin, 9).

3.4. Digestibilidad *in vivo*.

3.4.1. Digestibilidad aparente de materia seca.

Los valores de digestibilidad de **S. macrocephala** fueron bajos, lo cual podría estar asociado con los niveles altos de fibra, como consecuencia de la baja proporción de hojas y de su madurez. Por otro lado, los resultados de digestibilidad aparente de la materia seca de **C. macrocarpum** y **S. guianensis** fueron altos a pesar de ser material maduro.

3.4.2. Digestibilidad de la fibra detergente neutra.

La digestibilidad de la FDN fue en promedio de 56.1 o/o, habiendo diferencias significativas entre las leguminosas. La digestibilidad de FDN fue del orden de 65.55, 60.93 y 44.83 o/o para los ecotipos **C. macrocarpum**, **S. guianensis** y **S. macrocephala**, respectivamente. Con la prueba de Duncan no se encontraron diferencias entre **C. macrocarpum** y **S. guianensis**; los bajos valores de **S. macrocephala** coincidieron con su mayor nivel de fibra y con la baja digestibilidad aparente de la materia seca.

3.4.3. Digestibilidad de la fibra detergente ácida.

La digestibilidad FAD presentó una media de 49.8 o/o, encontrándose diferencias ($P \leq 0.05$) entre promedios. La digestibilidad FDA fue del orden de 57.50, 52.80 y 39.3 o/o para **C. macrocarpum**, **S. guianensis** y **S. macrocephala**, respectivamente. No existieron diferencias estadísticas entre **C. macrocarpum** y **S. guianensis**.

En general se afirma que la fracción FDA es de más baja digestibilidad que la FND (Soest, 16), con lo cual coincidieron los resultados del trabajo.

3.4.4. Digestibilidad in vitro para materia seca (DIVMS).

La digestibilidad in vitro la materia seca de la planta entera fue de 46.6 o/o (**C. macrocarpum**), 41.1 o/o (**Z. brasiliensis**), 40.0 o/o (**S. guianensis**) y 37.4 o/o (**S. macrocephala**). La prueba de Duncan no arrojó diferencias significativas. Los bajos valores de DIVMS de **S. macrocephala**, coinciden con los resultados de digestibilidad in vivo y obviamente es el resultado de la alta proporción de tallos de muy baja digestibilidad. La DIVMS promedio de los tallos de las cuatro leguminosas fue de 38.3 o/o.

La DIVMS para la hoja de las cuatro leguminosas fue de 50.5 o/o, resultado que se esperaba por su mejor calidad que la de los tallos en forrajes maduros (Mares, 8; Soest, 16).

3.5. Digestibilidad de nitrógeno.

3.5.1. Concentración de nitrógeno en la dieta.

La concentración de nitrógeno en la dieta fue del orden de 3.3, 2.2, y 2.2 o/o para *C. macrocarpum*, *S. guianensis* y *S. macrocephala*, respectivamente. En el análisis de los datos se encontró mayor concentración de nitrógeno en la dieta de animales consumiendo *C. macrocarpum*, presentando comportamiento intermedio *S. macrocephala* y *S. guianensis*.

3.5.2. Digestibilidad aparente de nitrógeno.

La digestibilidad aparente de nitrógeno fue del orden de 79.9, 56.8 y 39.9 o/o para *C. macrocarpum*, *S. macrocephala* y *S. guianensis*, respectivamente. Los residuos metabólicos y las secreciones endógenas constituyen la diferencia entre digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente, siendo esta última menor porcentualmente (Soest, 16), lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

La alta digestibilidad del nitrógeno de *C. macrocarpum* se puede asociar con su mayor contenido de nitrógeno, ya que dentro de cierto rango la digestibilidad aparente de nitrógeno varía en forma lineal y con pendiente positiva con el contenido de nitrógeno en el tejido (Forbes y Garrigus, 3).

3.5.3. Digestibilidad verdadera de nitrógeno.

La digestibilidad verdadera de nitrógeno fue de 91.6, 67.5 y 67.5 o/o para *C. macrocarpum*, *S. guianensis* y *S. macrocephala*, respectivamente. Los mayores promedios con *C. macrocarpum* fueron significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) de los obtenidos con *S. macrocephala* y *S. guianensis*.

3.5.4. Nitrógeno fecal metabólico.

El nitrógeno fecal metabólico fue del orden de 0.29 (*C. macrocarpum*), 0.26 (*S. macrocephala*) y 0.25 g/100 g MS (*S. guianensis*), sin presentar diferencia significativa entre ellos. *Z. brasiliensis* fue el tratamiento con menor promedio (0.16).

Mientras que la fracción de nitrógeno no digerida del alimento que aparece en las heces es función de la digestibilidad, el nitrógeno metabólico fecal depende más del nivel de consumo de materia seca. La mayor excreción de nitrógeno metabólico fecal al aumentar el consumo no fue muy evidente: se esperaba que con la leguminosa más consumida, *C. macrocarpum*, se obtuviera mayor cantidad de nitrógeno fecal, cosa que no sucedió. Por otro lado,

la proporción de nitrógeno metabólico fecal en este estudio fue más baja que la esperada en rumiantes (0.5 g/100 g de MS consumida) alimentados con dieta baja o sin nitrógeno.

3.5.5. Concentración de nitrógeno en la fibra.

La concentración de N-FND en la dieta fue del orden de 0.85, 0.80, 0.79 y 0.75 o/o para las leguminosas **C. macrocarpum**, **S. guianensis**, **S. macrocephala** y **Z. brasiliensis**, respectivamente. El nitrógeno adherido a la pared celular es menor que el de otras leguminosas (CIAT, 1), indicando menor formación de compuestos indigeribles (Soest, 16).

La concentración de N-FAD fue del orden de 1.06, 1.01, 0.77 o/o para las leguminosas **S. guianensis**, **S. macrocephala**, y **C. macrocarpum** respectivamente.

Un bajo contenido de N en la FND y FAD indica menor proporción de compuestos indigeribles en plantas forrajeras (Soest, 14; Lascano, 7). En general, se observa en este estudio una relación entre digestibilidad in vivo o in vitro con proporción de N-FAD.

3.6. Energía digestible (ED).

La energía digestible para la planta entera fue de 2.460, 2.199, 2.055 y 1.960 Mcal/kg para **C. macrocarpum**, **S. guianensis**, **Z. brasiliensis** y **S. macrocephala**, respectivamente. Asociado con la digestibilidad y proporción de nitrógeno en el tejido, **C. macrocarpum** fue la leguminosa con mayor concentración de energía.

Los datos de energía calculados indican las diferencias existentes entre leguminosas, lo cual obviamente está relacionado con la proporción hoja: tallo, nivel de digestibilidad de hojas y tallos y nivel de proteína en el tejido.

3.7. Detección de alcaloides en Zornia brasiliensis 7485.

Al suministrar **Z. brasiliensis** a carneros en jaula se observaron trastornos digestivos (heces sueltas) y trastornos nerviosos (incoordinación o tambaleos), encontrándose también estos síntomas en animales que consumieron forrajes con extracto alcaloide.

La reacción a la presencia de alcaloides en hojas de **Z. brasiliensis** 7485 y en otras 15 accesiones de **Zornia** sp. fue positiva, al emplear luz ultra-violeta para el revelado de cromatografía de capa fina (coloración violeta) y con el reactivo de Dragendorff (coloración anaranjada). De los materiales evaluados únicamente resultó positivo a alcaloides **Zornia brasiliensis** 7485, lo cual

explicaría el bajo consumo de esta leguminosa así como los trastornos digestivos observados.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El valor nutritivo de **C. macrocarpum** 5065 fue alto, medido tanto en términos de concentración de proteína como en consumo de nutrientes digestibles, aún en estado de madurez y en condiciones de estrés de sequía.
- 4.2. **S. macrocephala** 1643 tuvo alto potencial de consumo, a pesar de su baja proporción de hojas en relación con los tallos en estado maduro. Por otro lado, la fuerte defoliación de esta leguminosa en condiciones de estrés de sequía se ve en parte compensada por la alta proporción de inflorescencias de valor nutritivo y potencial de consumo altos.
- 4.3. El consumo voluntario de **S. guianensis** "tardío" 1283 fue bajo, a pesar de su relativa buena proporción de hojas en relación con los tallos en estado maduro. El bajo consumo parece estar asociado con alta viscosidad de las hojas.
- 4.4. El consumo extremadamente bajo de **Z. brasiliensis** 7485 se asoció con trastornos digestivos producidos por alcaloides. Dada esta condición de factor de anticalidad se considera que esta leguminosa no tiene ninguna promesa como planta forrajera.

5. BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual, 1981.
2. —————. Informe Anual, 1983.
3. FORBES, R. M.; GARRIGUS, W. D. Some relationships between chemical composition, nutritive value, and intake of forages grazed by steers and wethers. *J. Anim. Sci.* v. 9, p. 354-362. 1950.
4. KELLER-GREIN, G. Nuevas leguminosas demuestran potencial forrajero. *Pastos Tropicales, Boletín Informativo.* v. 5, n. 1, p. 5. Febrero 1983.
5. LAREDO, M. A. Valor nutritivo de pastos tropicales. 3. Pasto guinea (**Panicum maximum** Jacq.) anual estacional. *Revista ICA (Colombia)* v. 16, n. 4, p. 181-188. 1981.

6. LAREDO, M. A. y MINSON, D. J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of fine grasses. *Aust. J. Agric. Res.* v. 24, p. 875.
7. LASCANO, C. Factors influencing the fiber and content of forages recovered from rumen fistulated steers. University of Arizona, 1970 (Thesis M. Sci).
8. MARES M., V. M. Bases fisiológicas para el manejo de praderas tropicales. En: NOVOA B, A. R. (ed). Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Turrialba, CATIE, 1983. p. 7-21.
9. MARTEN, G. C.; JORDAN, R. M. HOVIN, A. W. Improved lamb performances associated with breeding for alkaloid reduction in reed canary grass. *Agron. Abst.* v. 1, pp. 1800 - 1820. 1980.
10. MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pastures species. *Int. Grass. Congr*, 9°, Sao Paulo, 1966, Proc. pp. 815-22.
11. MINSON, D. J. Nutritional significance of protein in temperate and tropical pastures. En: SUTHERLAND, T.M. MAC WILLIAM, J. R.; LENG, R. A. (ed). From plant to animal protein; *Reviews in Rural Science II.* Armidale, University of New England, 1976.. pp. 27-30.
12. NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. En: HACKER, J. B. (ed). Nutritional limits to animal production from pastures. *International Symposium*, St. Lucia, Queensland, 1982. Proceeding. pp. 80 - 120.
13. PALADINES, O.; LEAL, J. A. Pasture management and productivity in the Llanos Orientales of Colombia. En: SANCHEZ, P. A.; TERGAS, L. E. (ed.) *Seminar on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics*, Cali, Colombia, 1978. Proceedings. pp. 311-325.
14. SOEST, P. J. VAN. Symposium of factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.* v. 24, p. 830-844. 1965.
15. —————. The uniformity and nutritive availability of cellulose. *Federation Proceedings* v. 32, p. 1804 - 1808. 1973.
16. —————. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, O and B Books, 1982. 374 p.