

Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton)

Cecilia Lara Mantilla ^{1,2} *, Luis E. Oviedo Zumaqué ¹ y Cesar A. Betancur Hurtado¹.

¹GRUBIODEQ. Grupo de Biotecnología. Departamento de Química. Universidad de Córdoba. Km 3 vía Cereté. Montería. Córdoba. Colombia. Correo Electrónico: clara@sinu.unicordoba.edu.co; lara_mantilla_cecilia@hotmail.com

* Directora del proyecto.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la composición química del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton), a diferentes edades de corte (21, 28, 35, 42 y 49 días) y su degradabilidad “*In situ*” a diferentes tiempos de incubación (0,12, 24,36, 48 y 72 horas). Los resultados del análisis químico denotaron diferencias altamente significativas en el contenido de proteína bruta (PB), a los 21 días con un descenso a medida que aumentó la edad de corte; el mayor valor alcanzado fue de 13, 6. Los niveles de materia seca, lignina, materia orgánica, Fibra Neutro Detergente (FDN), Fibra Ácido Detergente (FDA), y ceniza no registraron diferencias significativas. Los datos de degradabilidad ruminal se sometieron a un análisis de varianza a través del procedimiento de modelos lineales generales, GML de SAS[®] 8.1 y la comparación de medias se hizo a través de la prueba de Tukey; observándose que existe diferencias significativas entre las edades de corte de 21 y 28 días con respecto a las demás, en los parámetros de MS, FDA y FDN; mientras que la degradabilidad de PB, fue significativamente diferente en la edad de corte de 21 días con respecto a las otras. Este dato sugiere que a medida que la planta envejeció se hizo menos degradable. De acuerdo a los resultados obtenidos, basados en el análisis químico y la degradabilidad ruminal se deduce que a 21 días de corte, la pastura posee mayor valor nutritivo teniendo en cuenta que su calidad está fundamentada en el contenido de proteína y la asimilación de la fibra.

Palabras claves: *Dichanthium aristatum* (Angleton), época de corte, degradabilidad ruminal.

Effect of period of regrowth on chemical composition and ruminal degradability from forage *Dichanthium aristatum* (Angleton)

ABSTRACT

In the present work, the chemical composition of the grass *Dichanthium aristatum* (Angleton) to different period of regrowth (21, 28, 35, 42 and 49 days) and its degradation “*In situ*” to different times from incubation (0.12, 24.36, 48 and 72 hours) was evaluated. The results of the chemical analysis highly denoted significant differences in the percentage of crude protein to the 21 days with a reduction as it increased the of period of regrowth; the greater reached value was of 13, 6%. The levels of dry matter, lignin, organic matter, FDN, FDA and ash did not register significant differences. The dates of ruminal degradation were submitted to the variance analysis through the General Model Lineal (GML) process of SAS[®] 8.1 and the comparison of medias were done by means of Tukey probe. Significant differences in the MS, FDA and FDN parameters, between ages of regrowth from 21 and 28 days with respect to the others were observed; while degradation of PB was different significantly in the age of regrowth of 21 days with respect to the anothers. These dates suggest that as the plant aged became less degradable. According to the obtained results, based on the chemical analysis and the ruminal degradation it is

deduced that to 21 days of its regrowth, the pasture owns a higher nutritious value considering that its quality is based on the protein content and fiber assimilation.

Keywords: *Dichanthium aristatum* (Angleton), period of regrowth , ruminal degradation.

INTRODUCCIÓN

Debido a la calidad de los forrajes que se relaciona directamente con la producción de carne y leche (Van Soest 1994), la evaluación de su composición química y degradabilidad nutricional es un factor de importancia para satisfacer las necesidades de alimentación de los bovinos en el trópico.

La producción ganadera en el trópico esta constituida por forrajes de pastoreo por que es una práctica económica con baja utilización de mano de obra, buena disponibilidad y facilidad de obtención, en contraste con otras fuentes de alimentación (Sánchez 2005; Enriquez *et al.*, 1999); sin embargo la utilización del pastoreo esta condicionada a las variaciones climáticas y factores físico-químicos del suelo. (Sánchez, 2005; 2004). Las principales limitaciones que presentan, son la reducción en el contenido de nitrógeno soluble, (proteína) y el aumento en pared celular lignificada a medida que el forraje madura, constituyéndose en un problema para el sector ganadero (Juarez *et al.*,1999).

Entre las especies forrajeras de la región de Córdoba (Colombia), se encuentra la gramínea *Dichanthium aristatum* (Angleton), muy apetecible por los animales; este pasto originario de África Oriental y la India, es una especie ampliamente distribuida por los valles del Magdalena, Cauca, Sinú y sabanas de la región Caribe Colombiana; consideradas estas regiones como las más productoras de carne y leche en Colombia (Pulido *et al.*, 2000).

El pasto Angleton es una especie perenne, de crecimiento erecto o semierecto y tiende a desarrollarse en matojos; en condiciones normales tiene cobertura media, pero, cuando se utilizan altas cantidades de semillas puede formar césped. Las raíces tienen gran capacidad de profundizar en el suelo cuando existen buenas condiciones de humedad (Chamorro *et al.*, 1998; Estrada 2002). Su semilla presenta aristas, razón por la cual deriva la segunda palabra del nombre científico (*aristatum*), y también

suele clasificársele como semilla brozosa, crece bien en suelos aluviales, profundos y bien drenados.

Este forraje es de amplia adaptación obteniendo sus mejores rendimientos desde el nivel del mar hasta 1800 m.s.n.m.; es resistente a la humedad, sequia y pastoreo intensivo; en épocas de mucha producción el pasto se puede ensilar o henificar (Cuesta, 2005; Estrada 2002).

El departamento de Córdoba (Colombia), posee 2.200.000 cabezas de ganado en 1.800.000 hectáreas en pastos (Jiménez 2005). La actividad ganadera en esta región ubicada en el trópico, se caracteriza por una temporada de lluvias con abundante forraje y otra época de sequía en la cual las condiciones son totalmente adversas ocasionando grandes diferencias en la producción animal (carne y leche), entre una época y otra, lo que conlleva a enormes trastornos que limitan el sector productivo.

El pasto Angleton presenta buena adaptación a los suelos de Córdoba; por ser uno de los más utilizados, muestra gran interés, y se debe analizar su valor nutritivo en las condiciones propias. El estudio de la calidad de los forrajes a través de la valoración química es fundamental para determinar en qué etapa del desarrollo vegetal se observa el mayor contenido de nutrientes, obteniendo el máximo de aprovechamiento para los animales. El objetivo del presente trabajo fue analizar la composición química y la degradabilidad ruminal del pasto Angleton a diferentes edades de corte.=

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la microregión Valle del Sinú (Departamento de Córdoba), en el Centro de Investigaciones TURIPANÁ de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA al norte de Colombia, cuyas coordenadas geográficas son: 8° 31' latitud norte, 75°49' latitud oeste. La zona se encuentra situada a 13 m.s.n.m. con una humedad relativa del 83,5%, temperatura promedio de 28°C y una precipitación anual de 1.200mn.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 repeticiones para evaluar 5 frecuencias de corte en las siguientes fechas: 21, 28, 35, 42 y 49 días. El ensayo se realizó en un potrero previamente establecido de la gramínea *Dichanthium Aristatum* (angleton), en el centro de investigaciones TURIPANÁ. El tamaño del lote fue de 17 mx 35m, se dividió en 15 parcelas de 3 mx 5m con divisiones de 1 metro entre parcela y parcela, que correspondieron a los 5 tratamientos con sus respectivas tres repeticiones. El área de estudio se aisló del resto del potrero por medio de una cerca eléctrica y una vez demarcadas las parcelas se realizó un corte de emparejamiento a 10 cm del suelo.

Toma de la muestra y Análisis químico

Se utilizaron marcos de 0,25m², los cuales se lanzaron por transecto en cada parcela. Cortándose el pasto a una altura de 10cm del suelo, se pesó en campo y se empacó en bolsas de papel, para ser llevado al laboratorio. Luego, un kilo de pasto verde fué colocado en una estufa de ventilación forzada a una temperatura de 60°C, durante 48 horas y se pesó nuevamente para determinar el contenido parcial de materia seca (MS), Cundiff, 1995.

Posteriormente, las muestras se trituraron en un molino tipo Willey y fueron tamizadas en una criba de 2 mm de diámetro. Una submuestra del pasto molido fue colocada en una estufa a 100°C por 24 horas para determinar el contenido total de MS del pasto. El resto el material fue guardado en frascos de vidrio, para ser utilizados en los análisis químicos y de degradabilidad *in situ*.

En el análisis químico (Lara y Montalvo, 2005), se determinó: contenido de proteína bruta (PC), por el método de micro Kjeldahl (A.O.A.C 1984); contenido en fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FDA), y lignina, según Van Soest *et al.* (1991), y Van Soest, (1965); cenizas, mediante incineración de la muestra a 550°C (Tejada, 1985), y el contenido en materia orgánica se calculó por diferencia. La MS se determinó por secado en horno (65°C) con ventilación forzada (Cundiff, 1995).

Determinación de degradabilidad “*In situ*”

Se emplearon 3 novillas con fístula en el rumen, edad promedio de 25 meses y peso promedio de 380

kg (\pm 15). Los animales se mantuvieron estabulados en corrales con piso de concreto, bebederos y comederos individuales; fueron alimentados con pasto, Angleton cortado en el potrero diariamente y ofrecido regularmente, para dar cabida en el interior del rúmen al material en evaluación.

Para determinar la degradabilidad se utilizó la técnica de suspensión *in situ* de bolsas de nylon, descrita por Orskov, *et al.* (1980). En cada bolsa de nylon de 9,5 x 18 cm con una porosidad de 50 μ m, se colocaron 5 grs. aproximadamente de material seco de la pastura, que fueron introducidas en el rumen en forma secuencial con los siguientes tiempos de incubación: 0, 12, 24, 36, 48, y 72 horas.

Luego de la incubación las bolsas fueron retiradas del rumen y sumergidas en agua fría por 5 minutos y después lavadas bajo agua corriente hasta que el agua quedó aparentemente limpia. Luego del lavado, las bolsas fueron secadas en un horno a 60°C por un tiempo de 48 horas y pesadas. La pérdida de peso se consideró como el valor de desaparición de la MS. Se determinó nuevamente la proteína, la FDA y FDN.

Análisis Estadístico

Se analizó el efecto de la época de corte sobre la composición química del pasto, la producción del forraje y la degradabilidad, mediante análisis de varianza: ANOVA y prueba de significancia. Para las variables a las cuales se les evaluó la degradabilidad ruminal, se realizó un análisis de varianza a través del procedimiento de modelos lineales generales, GML, de SAS® 8.1. (1999). Para la comparación de medias se hizo una prueba de Tukey. Se acepta que existe significación estadística cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la producción de forrajes y la composición química del Angleton

En el Cuadro 1 se resumen los resultados obtenidos de la producción de forrajes (ton/ha MS) y el análisis químico efectuado a la gramínea *Dichanthium Aristatum* (Angleton) a las diferentes edades de corte. De acuerdo a los resultados consignados en el Cuadro 1 se observó que existen diferencias altamente significativa en la producción del forraje ($P = 0,002316$), con respecto a las diferentes edades de corte.

Cuadro 1. Composición química de un pasto de *Dichanthium aristatum* a diferentes edades de corte.

Determinaciones	Edad de corte (días)					p-valor	E.C de la media
	21	28	35	42	49		
Producción							
Forraje	0,5898	0,9287	13,59	2,217	2,5988	0,002316 **	0,3850714
% Materia Seca	21,38	20,97	21	21,3	21,24	0,9451	0,082
% Proteína Bruta	13,6	11,3	8,9	7,8	7,4	0,00849 **	1.167.476
% FDN	67,33	70,55	76,05	77,25	65,06	0,9183	2.379.207
% FDA	48,1	49,6	51,28	57,29	49,2	0,4713	1.631.078
% Lignina	7,1	8,7	8,7	10,1	6,1	0,9225	0,69685
% Materia Orgánica	82,2	88	89,2	89,7	88,7	0,1366	1.369.160
% Ceniza	11,8	12	10,8	10,3	11,3	0,2766	0,3140064

La producción de forraje fue mayor a medida que aumentó la edad de corte, alcanzando un valor máximo de 2.5988 ton/ha MS, a los 49 días que difirió del valor encontrado por De Vargas (1995) 9,0 ton/ha MS; como posible factor involucrado se halló que los datos de pluviosidad del trabajo citado registran un mayor comportamiento de lluvias sugiriendo que las precipitaciones no fueron suficientes para nuestro caso.

Los suelos Colombianos se caracterizan por su variación entre regiones y dentro de una misma serie de suelos, por lo que se presentan diferencias en los rendimientos de la producción del forraje por hectárea. Las características del suelo relacionada con los nutrientes son un factor muy importante, aunque el suelo estudiado no presentó deficiencias en los macroelementos, si se encontró valores bajos en los microelementos (Cu = 0,4 ppm, Fe = 16,4 ppm, Zn = 0,8 ppm y Mn = 6,41 ppm). Lo anterior sumado a la escasez de lluvias hacen suponer incidieron en los bajos rendimientos de producción.

En cuanto a la composición química se observó: a) diferencias altamente significativas en el porcentaje de proteína ($P=0,00849$), encontrándose el valor más alto a los 21 días (13,6 %), con un descenso a medida que aumentó la edad de corte (7,4 %); esta tendencia es semejante a la observado por De Vargas (1995), lo cual se explica en base a que los follajes jóvenes tienden a poseer mayores valores de PB en comparación con los de edades superiores (Devendra, 1995).

El porcentaje encontrado en la investigación fue mayor que el reportado por Laredo (1985); 7,7% cuyas condiciones fueron ubicadas en la zona Andina en prefloración con lluvia; condiciones ambientales y fisiológicas diferentes a las encontradas en el Valle del Medio Sinú (Córdoba); b) los porcentajes de (% FDN) y (% FDA), mostraron un comportamiento semejante a los hallados en los trabajos de Laredo (1985) y De Vargas (1995); c) para el caso de la lignina los porcentajes fueron superiores a los encontrados por De Vargas, 3,63% a los 21 días y 6,10% a los 49 días; caso contrario ocurrió con el porcentaje de materia orgánica que denotaron valores inferiores en comparación con los obtenidos por De Vargas, 90,35% a los 21 días y 90,88 a los 49 días. Ambos resultados coinciden en un aumento en el porcentaje de materia orgánica a medida que se incrementó la edad es decir la madurez del forraje.

Análisis de la Degradabilidad ruminal

En el Cuadro 2 se resumen los resultados obtenidos de la degradabilidad ruminal de la MS, PB, FDA y FDN, a diferentes edades de corte. Los resultados del análisis estadístico para la degradabilidad de la MS, muestran, que hubo diferencia significativa ($P=0,0048$), entre días de corte. Se encontró, que el porcentaje de degradabilidad fue similar en los días 21 y 28 y difieren significativamente con respecto a los demás días de corte, presentándose una disminución de la degradabilidad de la MS a medida que la planta envejeció.

Cuadro 2. Degradabilidad de MS, PB, FDA y FDN a diferentes edades de corte.

Edad de cohorte	Degradabilidad MS	Degradabilidad PB	Degradabilidad FDA	Degradabilidad FDN
21	60,547 ^a	10,2667 ^a	60,717 ^a	82,100 ^a
28	60,702 ^a	8,0550 ^b	50,723 ^b	80,000 ^a
35	53,758 ^b	7,6167 ^b	57,968 ^{ab}	80,875 ^a
42	56,867 ^{ab}	7,1333 ^{cb}	55,468 ^{ab}	73,155 ^b
49	53,353 ^b	6,2833 ^c	59,317 ^a	70,555 ^b

Medias dentro de una misma columna con letra distinta indican diferencias significativas Tukey $P < 0,05$

Para el caso de la degradabilidad de la PB, se observó diferencias altamente significativas ($P=0,0001$), entre las edades de corte, encontrándose la mayor degradabilidad a los 21 y la menor a los 49 días; en los cortes realizados los días 28, 35, y 42 el promedio de degradabilidad fue estadísticamente igual.

La degradabilidad de la proteína disminuyó con la madurez del forraje, lo cual se debe al aumento de las estructuras de sostén y de pared celular que acompaña la madurez, limitando el acceso de las proteasas al citoplasma, que es donde se encuentra la mayoría de la proteína potencialmente degradable (Nocek y Grant, 1987).

En lo que concierne a FDN, se encontró diferencia significativa ($P < 0,001$), entre los días de corte. El análisis estadístico realizado muestra medias equivalentes para los días 21, 28 y 35, valores que difieren significativamente ($P < 0,05$), a los encontrados para los días 42 y 49. En cuanto al porcentaje de degradabilidad de FDA, se observó diferencia significativa ($P=0,0172$), a medida que transcurrió la madurez de la planta.

El porcentaje de degradabilidad fue similar para los días los 21 y 28 y, difirió ($P < 0,05$), con respecto a los 42 y 49 días de corte. Uno de los principales criterios de la calidad del forraje es el contenido de fibra y su degradabilidad; Oba y Allen (1999), establecen que el contenido de FDN, en el forraje depende de la especie, la madurez y el ambiente donde crece la planta. A, mayor digestibilidad de la fibra, mayor será la utilización de los carbohidratos estructurales como fuente de energía necesaria para los microorganismos productores de ácidos grasos volátiles y para diferentes procesos metabólicos. Una

alta digestibilidad de la FDN, ingerida usualmente es indicativa de poco contenido de lignina.

La disponibilidad de los carbohidratos presentes en las pasturas, hacen que los procesos fermentativos ruminales sean eficientes o no (Fox *et al.*, 2000). Los resultados obtenidos demostraron que la degradabilidad de carbohidratos estructurales esta relacionada inversamente con la madurez de la planta debido a que su contenido de celulosa y lignina aumentan a medida que se incrementan los días de las edades de corte haciendo mas difícil su degradabilidad.

El pasto Angleton es de crecimiento y maduración rápida, de tal forma que su calidad nutricional también cambia rápidamente. Los resultados denotan que el máximo aprovechamiento del material fibroso se obtuvo a los 21 días indicando que a medida que la planta envejeció el complejo lignina, celulosa y hemicelulosa se hizo menos degradable permitiendo que la actividad enzimática microbiana actué más eficientemente sobre los diferentes compuestos de la pared celular.

A diferencia de los trabajos realizados por otros autores con el pasto Angleton, en los cuales no hay reportes sobre la degradabilidad de la FDN y FDA, en nuestro trabajo estas determinaciones fueron importantes para establecer que la pastura después de los 28 días posee una pared celular muy definida y en este caso lo suficientemente lignificada como para no ser asimilada por el animal.

Las investigaciones sobre otras forrajeras, han indicado que a medida que la planta madura, la pared celular se ensancha y comúnmente produce una pared secundaria de composición distinta con una notable deposición de constituyentes aromáticos, por lo que

ocurren concomitantemente cambios químicos y anatómicos, afectando la degradabilidad del forraje (Ramírez *et al.*, 2002).

El ambiente de trópico bajo o cálido del Valle del Sinú medio en el departamento de Córdoba (Colombia), se caracteriza por su elevada humedad y altas temperaturas haciendo que los pastos tropicales crezcan y maduren muy rápido, lo cual con lleva a un aporte deficiente de la cantidad de los nutrientes. Los forrajes presentan variaciones importantes en su calidad, teniendo en cuenta las diferentes edades de crecimiento. El valor nutricional de las pasturas depende de la composición química en el momento de corte y se hace necesaria su determinación para establecer el aporte en la dieta animal.

Los resultados obtenidos en la presente investigación sobre el análisis químico y de degradabilidad del forraje *Dichanthium Aristatum* (Angleton), a diferentes edades de corte y a las condiciones de trópico bajo, nos permiten concluir que a la edad de 21 días de corte, el forraje muestra el mayor valor nutricional; el valor nutritivo disminuye con la madurez lo cual sugiere que los 3 últimos tratamientos (35, 42 y 49 días de corte), no son apropiados para la dieta del rumiante. De los resultados se deduce que a los 21 días de corte, la pastura posee mayor valor nutritivo porque su calidad está fundamentada en el contenido de proteína y la asimilación de la fibra.

Los resultados de la presente investigación señalan que el pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton), debe cosecharse hasta los 21 días si se quiere aprovechar al máximo el valor nutritivo de esta gramínea; si lo que se desea es conservar o aprovechar mas cantidad de forraje entonces, la mayor producción se logra a los 49 días con disminución en el aprovechamiento.

CONCLUSIÓN

Los datos encontrados en la presente investigación señalan que el pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton), debe cosecharse hasta los 21 días si se desea aprovechar al máximo el valor nutritivo de esta gramínea; si por el contrario, se desea conservar o aprovechar más cantidad de forraje entonces, la mayor producción se logra a los 49 días con disminución en el aprovechamiento.

AGRADECIMIENTO

Universidad de Córdoba y Corpoica Turipaná, Montería. Córdoba.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1984. Official methods of analysis (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C.
- Cuesta P. A. 2005. Principales características de las gramíneas recomendadas para las regiones Caribe y Valles Interandinos. **In:** Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones caribe y valles interandinos. Corpoica-MADR, Bogotá. p18.
- Cundiff P. (ed.). 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 16th ed. Arlington, Virginia, USA.
- De Vargas, R. 1995. Determinación de la producción y valor nutritivo del Pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*, *Benth*) en épocas de lluvias en el Valle del Sinú Córdoba para optimizar el uso de dicha pastura. Trabajo de Grado Universidad de Sucre.
- Devendra, C. 1995 Composition and nutritive value of browse legumes. Tropical Animal Nutrition. D' Mello, J. And C. Devendra (Eds). CAB INTERNATIONAL, UK, p. 49-66.
- Chamorro, D., J. Gallo, J. Arcos y M. Vanegas. 1998. Gramíneas y leguminosas, consideraciones Agrozootécnicas para ganaderías del Trópico Bajo, Boletín de Investigación, Corpoica, regional 6, Centro de Investigación Nataima, El Espinal, Tolima, Colombia, p. 181
- Enríquez Q. J., N. Meléndez y A. E. Bolaños. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7. Veracruz, México. p262.
- Estrada J. 2002. Pastos y forrajes para el trópico Colombiano. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ed.Universidad de Caldas. Quindío. p 511.

- Jiménez M. N. 2005. Principales plagas en praderas de la región caribe y propuesta de manejo integrado. En: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones caribe y valles interandinos. Corpoica-MADR, Bogotá. pp 91-97.
- Juarez Lagunes, F. I., D. G. Fox, R. W. Blake and A. N. Pell. 1999. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *J. Dairy Sci.* 82:2136-2145.
- Fox, D. G., T. P. Tylutki, L. O. Tedeschi, M. E. Van Amburgh, L. E. Chase, A. N. Pell, T. R. Overton y J. B. Russell. 2000. The Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Herd Nutrition and Nutrient Excretion: Model Documentation. Mimeo No. 213, Animal Science Department, Cornell University, Ithaca, NY.
- Lara C y A. Montalvo. 2005. Evaluación química del pasto *dichanthium aristatum* (*angleton*) del medio sinú (dpto. de córdoba) para determinar el aporte nutricional en rumiantes. Departamento de Química. Trabajo de grado, p 65. Montería. Córdoba. Colombia.
- Laredo, M. Guía de Pasturas en Colombia. Editorial Atlas. Ibagué – Colombia. 1985.
- Nocek, J. E. and A. L. Grant. 1987. Charncterization of in situ nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination on hay crop forages preserved at different dry matter percentages. *J. Animal Sci.* 64:552.
- Oba, M. and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science.* V.82:589-596.
- Orskov, E. R., Hovell, F. D. Deb. y F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical* 5:213-233.
- Pulido, J. I., M. Romero y O.A. Duarte. 2000. Atlas de los sistemas de producción del trópico bajo colombiano. Plan de Modernización Tecnológica de la ganadería Bovina Colombiana, 2ª edición. MADR, Colciencias, Fedegán. 44p.
- Ramírez R., R. Gonzalo y F. López. 2002. Factores estructurales de la pared celular que afectan su digestibilidad. *Ciencia UANL*, 5(2): 180-188.
- Sánchez M. L. 2005. Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Revista CORPOICA*, 6 (2):15-21
- Sánchez L. 2004. Nuevas estrategias para conservación de forrajes en el trópico. Primera Reunión de la Red Temática de Recursos Forrajeros. CORPOICA, Tibaitatá. Memorias. Mosquera. 15 p
- SAS (1999) *User's Guide: Statistics*. Ver. 8.1. 5th ed. SAS Institute. Cary. NC, EEUU
- Tejada, M. 1985, I. Manual de Laboratorio Para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal
- Van Soest P. J. 1965, Use Of detergents in analysis of fibrous feeds III – Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages, *J Ass. Off. Agr. Chem.* 48:785.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polisacharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* (2nd Ed.) Cornell University Press, Ithaca, NY.