

Pasturas Tropicales

VOLUMEN 29 No. 1 ABRIL 2007 ISSN 1012 - 7410



Pasturas Tropicales

Volumen 29, No. 1
Abril 2007
ISSN 1012-7410

Publicación de la Dirección de Cooperación Regional
y el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT.

Comité Editorial:

Carlos Lascano, Zootecnista, Coordinador, Proyecto
Gramíneas y Leguminosas Tropicales
John Miles, Fitomejorador, Proyecto Gramíneas y
Leguminosas Tropicales
Pedro J. Argel, Consultor, Proyecto Gramíneas y
Leguminosas Tropicales
Alberto Ramírez P., Editor Técnico
Mariano Mejía, Supervisor de Servicios de
Referencia, Unidad de Información

Digitación:
Julia Gómez Quintero

Impresión:
Compuimagen, Palmira

El propósito de esta publicación es servir como
medio de comunicación entre los investigadores de
forrajes de zonas tropicales involucrados en la
introducción, evaluación y utilización de gramíneas
y leguminosas forrajeras.

El Comité Editorial recibirá complacido
contribuciones de los lectores interesados. Para tal
efecto, dirigirse a:

Revista Pasturas Tropicales,
Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales,
CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.
c.lascano@cgiar.org
aramire@uniweb.net.co
www.ciat.cgiar.org/forrajes

Derechos de autor CIAT 2004. Todos los derechos
reservados

El CIAT propicia la amplia diseminación de
sus publicaciones impresas y electrónicas para que el
público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto,
en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en
investigación y desarrollo no deben sentirse limitados
en el uso de los materiales del CIAT para fines no
comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la
modificación de estos materiales y espera recibir los
créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora
sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que
sean exactas ni que contengan toda la información.

Editorial

Después de 22 años (1985 – 2007) queremos anunciar que debido a la reestructuración del CIAT, con este número la revista Pasturas Tropicales llega a su fin en su forma impresa, tiempo durante el cual en 85 números distribuidos en 28 volúmenes se publicaron 610 artículos científicos y notas de investigación enviados por investigadores de instituciones de América Latina tropical.

Se está estudiando la posibilidad de transformar la revista en una publicación electrónica bajo los mismos requerimientos de calidad. Creemos también que de esta forma responde a los usuarios, que en el momento tiene una audiencia de más de 100.000 personas que visitaron y bajaron los resúmenes de la revista en la web (www.ciat.cgiar.org).

Pasturas Tropicales, tiene como compromiso su calidad científica y su independencia, que son vigiladas y garantizadas por los miembros de un Comité Editorial altamente calificado y conocedor de la problemática de la producción de pasturas en regiones del trópico americano con suelos ácidos de baja fertilidad natural y así continuará.

En un comienzo la revista fue un medio para la publicación de resultados de las investigaciones de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), alcanzando con el correr de los años los más altos niveles de visibilidad, calidad científica y puntualidad, lo que la hizo acreedora a la certificación dentro del Sistema Nacional de Publicaciones Científicas Seriadas (Publindex) de Colciencias, en Colombia. Con un tiraje promedio de 450 ejemplares llegó a más de 50 países y se encuentra en las colecciones de revistas científicas de bibliotecas en varias universidades e instituciones de investigación en el mundo y en bases bibliográficas como la del CAB Internacional.

Independientemente de las instituciones y los autores, para el Comité Editorial todas las contribuciones fueron igualmente importantes. Conociendo las enormes dificultades, y en algunos casos las limitaciones, los editores estuvieron dispuestos a sugerir los cambios tendientes a la mejor presentación de los resultados y su interpretación lógica, siempre ajustados al rigor científico, lo que generó un alto nivel de confianza, llegando a ser un foro de discusión y análisis.

Para lograr esta meta debieron transcurrir varios años. Inicialmente muchos escépticos, con razón o sin ella, le apostaron al poco éxito de la revista, pero en la medida que la calidad se mantuvo las contribuciones fueron creciendo tanto en calidad como en número, siendo preferida sobre otras publicaciones de mayor tradición en el campo de la producción animal tropical.

En estos 22 años de circulación en la revista se publicaron resultados importantes generados en varios estudios, entre ellos: el valor nutritivo, la calidad y presencia de factores antinutricionales en leguminosas nativas y poco conocidas como *cratylia*, *coradocalix*, *caliandra*, *desmodium* y *arachis*; las variaciones en los niveles de urea en sangre y leche como indicadores del consumo de leguminosas y de nutrición en vacas doble propósito; el amplio rango de adaptación de especies de *arachis* y *brachiaria* en condiciones tropicales; los problemas de plagas

asociados con especies de brachiaria y los sistemas de cría en invernadero y manejo del mión con fines experimentales; las evaluaciones agronómicas de adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en sitios contrastantes desde Argentina y Paraguay hasta México, pasando por el resto de los países tropicales de América; la tolerancia de accesiones de brachiaria a altos niveles de aluminio en el suelo; y la liberación de nuevos cultivares de arachis, braquiaria y cratylia. En fin, una larga lista de resultados que constituyen un excelente material de consulta para la planificación de las investigaciones futuras con pasturas tropicales.

Queremos expresar nuestros agradecimientos a todas las instituciones, investigadores y personas que de una u otra forma contribuyeron al éxito de Pasturas Tropicales. No citamos los nombres de todos ellos porque seríamos injustos al omitir algunos, pero sí debemos reconocimiento especial a José Toledo (q.e.p.d.), Raúl Vera, Peter Kerridge y Carlos Lascano, quienes desde su posición en épocas diferentes como Líderes del Programa de Forrajes Tropicales, Susana Amaya como editora en los primeros años de la revista y Alberto Ramírez como editor permanente, apoyaron la circulación de la revista y velaron en todo momento por su calidad científica.

Michael Peters
Líder Proyecto de Forrajes Tropicales, CIAT

Carlos E. Lascano

(Reconocimiento por su labor al frente del Programa de Pastos Tropicales)

Después de obtener su MSc en Nutrición Animal en la Universidad de Arizona en 1970, trabajó en SOLLA SA como Nutricionista y luego ingresó al CIAT en 1972 como Coordinador de los cursos internacionales de capacitación en ganadería tropical a nivel de finca, posición que desempeñó hasta 1976 cuando viajó a E.U. para obtener su doctorado en Nutrición Animal en Texas A&M University. A su regreso, a finales de 1979, se incorporó como investigador Posdoctoral en el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, iniciando una brillante carrera hasta llegar a ser Líder del Programa durante 10 años (1996 – 2007).



En un comienzo su responsabilidad en el Programa de Forrajes Tropicales fue la evaluación de pasturas adaptadas a condiciones de suelos ácidos de baja fertilidad en el ecosistema de sabanas tropicales representadas por los Llanos Orientales de Colombia. En estos estudios en la estación Carimagua se evaluaron los atributos de pasturas con animales en pastoreo y su relación con la producción animal, entre éstas, *B. humidicola-D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* y *B. humidicola – Arachis pintoii*. La información que generó esta investigación fue útil para diseñar estrategias de manejo de asociaciones de gramíneas con leguminosas.

Igualmente importantes fueron los estudios metodológicos para cuantificar palatabilidad de leguminosas en ensayos de ‘cafetería’ y para la evaluación de pasturas para sistemas doble propósito. Uno de los resultados de estos estudios fue una nueva alternativa para medir la producción de leche en ensayos de fincas. Así se mostró que la producción de leche fue consistentemente mayor cuando la rotación de la vacas se hacía de pasturas asociadas hacia pasturas de solo gramíneas, que en el caso contrario.

En los trabajos de investigación en el ecosistema Llanos era frecuente observar cómo algunas leguminosas forrajeras altas en taninos como *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium*, aunque se adaptaban bien, su consumo por bovinos era muy bajo. Fue entonces cuando Carlos con la colaboración de los especialistas en fertilidad de suelos logró demostrar que la fertilización de *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* con azufre disminuía el contenido de taninos de la leguminosa, mejoraba su calidad nutritiva y consecuentemente el consumo.

En la década de 1990 era común considerar la composición química y la digestibilidad in vitro como mediciones suficientes para definir la calidad de las especies forrajeras tropicales. Además, no se consideraba en los análisis el efecto en calidad de los taninos como un factor anticualidad presente en algunas especies de leguminosas y el efecto de tipo de secado. Fue entonces cuando bajo su dirección en la Sección de Calidad y Nutrición del Programa de Pastos Tropicales del CIAT se logró demostrar que en leguminosas como caliandra, flemingia, desmodium y macrophyla los taninos condensados extractables eran menores en hojas secadas en horno que en muestras liofilizadas, lo que conducía a errores en las mediciones cuando se utilizaba el secado al horno.

Posteriormente junto con estudiantes de maestría y doctorado bajo su supervisión se logró demostrar que los taninos presentes en leguminosas tropicales tienen diferentes composición química lo cual se traduce en diferentes capacidades para asociarse con proteínas. En varios ensayos con animales se demostró que inactivando los taninos en leguminosas con polietileno

glicol se afectaba el consumo, digestibilidad y utilización de N por el animal. Más recientemente los trabajos con taninos liderados por Carlos mostraron que la suplementación de mezclas de leguminosas sin taninos con leguminosas con taninos tenía efectos positivos en producción de leche de vacas en pastoreo.

Sus trabajos de investigación dentro de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) son ampliamente conocidos y contribuyeron de manera significativa a los logros alcanzados en esta Red. En estos trabajos se enfatizaron aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas con animales lo cual fue siempre bien recibido por investigadores y estudiantes interesados en pastos tropicales. Algunos de los trabajos publicados son: (1) Recomendaciones para evaluar germoplasma forrajero bajo pastoreo (1983, 1986), (2) El establecimiento y renovación de pasturas (1991), (3) Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito (1997), (4) Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: The Tropileche Consortium (1998), (5) Selective grazing on grass-legume mixtures in tropical pastures. En: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (2000), (6) Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras, y (7) Animal production in grass-legume pastures in the tropics (2001).

El Programa de Forrajes del CIAT bajo el liderazgo de Carlos tuvo logros importantes en el mejoramiento de *Brachiaria*. Parte de esos logros se deben al énfasis que se dio al desarrollo de metodologías de selección a través de un mejor entendimiento de los mecanismos de resistencia de genotipos de *Brachiaria* a salivazo y de adaptación de *B. decumbens* a niveles altos de Al en el suelo. Por otra parte, durante el tiempo que Carlos lideró el Programa de Forrajes del CIAT se enfatizó la necesidad de involucrar a los productores en el proceso de evaluación de nuevas especies forrajeras para de esa forma retroalimentar la investigación y al mismo tiempo promover la adopción de nuevas alternativas forrajeras.

Bajo el liderazgo de Carlos se fortalecieron las alianzas con entidades públicas y privadas, lo cual permitió una amplia difusión de germoplasma forrajero en los diferentes ecosistemas de interés para el Programa. Un resultado concreto de esas alianzas fue la liberación de nuevas alternativas forrajeras por entidades nacionales de investigación de América Latina tropical y por el sector privado, entre ellas, la Empresa de Semillas Papalotla de México. Algunos de los cultivares liberados fueron: Maquenque (*Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium*), Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii*) y Veranera (*Craylia argentea*) entre las leguminosas; Pasto Toledo (*B. brizantha* CIAT 26110), y los nuevos híbridos de *Brachiaria* Mulato y Mulato II.

El Comité Editorial de la revista Pasturas Tropicales quiere con esta breve nota destacar la labor de Carlos E. Lascano al frente del Programa de Forrajes Tropicales y agradecerle sinceramente el decidido apoyo que siempre brindó a la revista durante sus 22 años de circulación. Ahora que Carlos deja la dirección del Programa le deseamos muchos éxitos en sus nuevas actividades.

Comité Editorial
Revista Pasturas Tropicales

Contenido

	Pág.
Editorial	i
Carlos E. Lascano (Reconocimiento por su labor al frente del Programa de Pastos Tropicales)	ii
Artículos Científicos	
Efecto del nitrógeno en la rehabilitación de pasturas de <i>Brachiaria decumbens</i> utilizando la asociación con maíz en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. A. C. Rincon y G. A. Ligarreto	2
Respuesta de <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato (CIAT 36061) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares. P. J. González, R. Plana, F. Fernández y E. Igarza	19
Teores de minerais na matéria seca de três gramíneas adubadas com fósforo. M.C.J. Belarrmino, J.C. Pinto, E. E. Mesquita e R. Magalhães	25
Dinâmica do banco de sementes em pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> adubada com nitrogênio sob pastejo rotacionado. G. A. R. Macedo, F. M. Freire, M. C. M. Viana e H. M. A. Purcino	33
Efecto de la sustitución de <i>Brachiaria dyctioneura</i> por <i>acacia mangium</i> sobre la fermentacion ruminal in Vitro. L. A. Giraldo, M. J. Ranilla, M. L. Tejido y M. D. Carro	39
Massa de forragem e dieta selecionada por bovinos em pastagens cultivadas e consorciadas com leguminosas, estabelecidas com e sem queima da vegetação secundária. A. K. V. Guimarães, A. P. Camarão, P. C. S. Bittencourt e J. A. Rodrigues Filho	47
Introdução de mudas de leguminosas arbóreas em pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> e <i>B. brizantha</i> . P. F. Dias, S. M. Souto e Avílio A Franco	59
Notas de Investigación	
Efeito do nitrogênio e da idade de corte sobre a produção de cultivares de capim-elefante. J. A. Magalhães, E. A. Lopes, B. H. N. Rodrigues, N. N. Barros, M. S. de S. Carneiro, N. de L. Costa e J. M. de Araújo Filho	67
Efecto de extractos acuosos de <i>Brachiaria bryzantha</i> en la capacidad reproductiva de la garrapata común (<i>Boophilus microplus</i>). C. E. Villar y A. Rincón	75
Effects of nitrogen fertilization on buffel grass productivity and water efficiency use. H. R. de Medeiros, J. C. B. Dubeux Jr. e E. Sobral Neto	79
Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unidade fototérmica. H. R. de Medeiros, C. G. Silveira Pedreira, N. A. Villa Nova, e A. C. L. de Mello	82
Identificación taxonómica y evaluación del daño de una plaga en <i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36061 cv. Mulato. María Bertorelli, Iraida Rodríguez y Jose L. Coll	87

Efecto del nitrógeno en la rehabilitación de pasturas de *Brachiaria decumbens* utilizando la asociación con maíz en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

A. C. Rincon y G. A. Ligarreto**

Introducción

El nitrógeno (N) es necesario en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas, hormonas, clorofila y otros compuestos esenciales en el desarrollo de las plantas. Su presencia en la composición del tejido vivo es pequeña comparada con el carbono, hidrogeno y oxígeno, elementos que pueden ser fácilmente adquiridos a partir de sus reservas naturales, en cambio el N, aunque se encuentra en la atmósfera en un 78%, sólo una pequeña fracción de este nutriente se encuentra disponible para ser absorbido por las plantas y animales (Orozco, 1999). De los nutrientes considerados esenciales para el desarrollo de las plantas, el N es el que promueve los mayores aumentos de producción de materia seca (MS). La respuesta de las plantas a la fertilización con N es bastante variada, por consiguiente, el conocimiento de aspectos metabólicos y fisiológicos de las plantas puede contribuir a un mejor entendimiento del papel de este nutriente como activador y regulador del crecimiento y consecuentemente de su efecto sobre la producción y calidad del forraje (Menezes, 2004).

El N es el nutriente más importante en los forrajes tropicales para la alimentación de rumiantes, por la respuesta en producción de biomasa y en el contenido de proteína, factores importantes que determinan los rendimientos de carne y/o leche. Los suelos de los Llanos Orientales de Colombia, tienen entre sus limitantes de fertilidad, un bajo

contenido de materia orgánica (MO), fuente de N para la producción de biomasa en esta región. En 170 análisis de suelos realizados en fincas del Piedemonte Llanero se encontró que en 120 de estos análisis (70%), el contenido de MO se encontraba en un rango entre 1.2 y 2.7% mientras que, en sólo siete de estos análisis este valor alcanzó a 3.7%. Esta deficiencia en MO es más evidente en suelos de la Altillanura que han sufrido un mayor proceso de meteorización y de lavado de nutrientes (Mejia, 1996; Botero y López, 1982).

La consecuencia del bajo aporte de N por los suelos de los Llanos Orientales, es el desarrollo de pasturas con escaso vigor, lo que se traduce en baja capacidad de rebrote, clorosis de las hojas, alta susceptibilidad al ataque de plagas, aspectos que se traducen en una degradación de pasturas con invasión de otras especies de bajo valor forrajero y pérdida de la productividad animal en más de 70% (Martha Jr. et al., 2004; Rincon, 1999; Rincón et al., 2002). Para resolver esta problemática se han desarrollado tecnologías en las cuales la integración de pastos con cultivos constituye una alternativa altamente viable en la explotación ganadera (Vilela et al., 2003; Sans et al., 1999; Rincón, 1993).

Los elevados requerimientos de N que tiene el cultivo de maíz y el impacto sobre el rendimiento, hace necesario un adecuado diagnóstico de su disponibilidad en el suelo.

* Investigador Programa de Fisiología y Nutrición Animal, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro de Investigaciones La Libertad, A. A. 3119, Villavicencio, Meta, Colombia.

** Profesor Asociado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

La determinación de la cantidad y momento de aplicación del fertilizante deben buscar mayor eficiencia (cantidad de grano producido por unidad de nutriente aplicado) y mayor beneficio económico, principalmente en los actuales momentos, que exigen alta productividad con tecnologías de bajo costo (Mengel y Barber, 1974; Varvel et al., 1997).

El uso eficiente de N requiere de la detección previa de su deficiencia y del potencial de respuesta económica a la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Attanandana y Yost, 2003). El maíz necesita entre 20 y 25 kg/ha de N por cada tonelada de grano producida (Sánchez, 1976). Por otra parte, la eficiencia de conversión de N del fertilizante en biomasa de gramíneas forrajeras tropicales puede alcanzar valores promedios de 26 kg/ha por cada kg de N aplicado. Las mayores eficiencias se han obtenido con dosis de 150 kg/ha de N. La respuesta en producción de forraje a la fertilización con N depende de la especie forrajera, de los niveles de otros nutrientes en el suelo, del manejo del pastoreo y de las características de clima y suelo de la región (Martha Jr., 2004).

El N se encuentra en los suelos principalmente en forma nítrica (NO_3) y en forma amoniacal (NH_4). Ambas formas pueden ser absorbidas por las plantas en proporciones dependientes de la especie, estado de desarrollo, disponibilidad de carbohidratos, pH del suelo y factores ambientales (Deane y Glass, 1983). El nitrato absorbido en general es translocado por el xilema hacia la parte aérea donde puede ser almacenado o reducido, sin embargo, en algunas especies es reducido en el sistema radicular (Oaks, 1982; Andrade et al., 2001). Por otra parte, altos niveles de amonio en la planta son tóxicos y provocan daño a la membrana celular, por este motivo todo el amonio absorbido o generado es rápidamente asimilado o almacenado en la vacuola de la célula (Taiz y Zeiger, 2002, citado por Menezes, 2004; Orozco, 1999).

Cramer y Lewis (1993) demostraron que los cultivos usan cantidades apreciables de amonio, si éste está presente en el suelo. Algunos híbridos de maíz tienen un alto requerimiento de amonio y la absorción de esta forma de N ayuda a incrementar el

rendimiento de grano. Salinas (1985) evaluó el desarrollo de *Brachiaria humidicola*, *B. dictyoneura* y *B. decumbens* utilizando fertilización nitrogenada en forma de nitrato y amonio. Las tres especies presentaron un mayor desarrollo cuando la forma de N fue nitrato, sin embargo, al suministrar N como amonio, el crecimiento de *B. humidicola* no fue inhibido como si sucedió en *B. decumbens* y *B. dictyoneura*. Castilla y Jackson (1991) citados por Rao et al. (1998) comprobaron que *B. brizantha* cv Marandú puede tomar sólo pequeñas cantidades de N-NH_4 , en cambio *B. humidicola* pudo absorber ambas formas de N. Esta característica en especies de *Brachiaria* es uno de los atributos que favorecen su adaptación a suelos de baja fertilidad (Miles et al., 2004).

Para conocer el contenido de N en el suelo y en la planta, existen metodologías que determinan nitrato y N total, respectivamente. También se puede determinar un índice de verdor que esta directamente relacionado con el contenido de clorofila en las hojas de la planta, mediante el medidor de clorofila Minolta® SPAD 502 (Soil PLant Análisis Development). Este instrumento permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 nm y 940 nm. Su utilización ha dado resultados satisfactorios en la evaluación del estado de N en varios cultivos (Sainz y Echeverría, 1998, Zoratelli et al., 2003, Caires et al., 2005).

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el N en el establecimiento de la asociación maíz – pastos y su efecto en la producción de grano de maíz y la biomasa y calidad de las pasturas se evaluaron dos niveles de N, utilizando como fuente urea, para determinar los contenidos de este nutriente en el suelo, en las hojas de las plantas y su incidencia en el rendimiento de grano de maíz, bajo condiciones del Piedemonte llanero colombiano.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló entre agosto y diciembre del 2004 en un Oxisol del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, sobre una terraza media del Centro

de Investigaciones Corpoica La Libertad, ubicado en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia) a 9° 6' de latitud norte y 73° 34' de longitud oeste, a 330 m.s.n.m., la precipitación promedio anual en los últimos 30 años fue de 2900 mm, el promedio de temperatura es de 26 °C y una humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca. Los suelos son ácidos (Cuadro 1) con una saturación de aluminio de 71.7% mientras que la saturación de bases es de 24.7%. Los nutrientes mas deficientes son fósforo, calcio y magnesio.

En una pastura degradada de *B. decumbens* se establecieron en forma simultanea el cultivo de maíz híbrido Master en asociación con los pastos *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y *B. decumbens*. El maíz Master es un híbrido de grano amarillo de alta producción en las condiciones de los Llanos Orientales de Colombia y una de sus principales características es su resistencia al volcamiento por poseer tallos gruesos y fuertes. Los pastos cvs. Mulato y Toledo son materiales de alta producción y calidad nutritiva que se adaptan a suelos de mejor fertilidad, mientras que *B. decumbens* es una gramínea ampliamente difundida en la región, con buena adaptación a suelos ácidos.

Cuadro 1. Características químicas del suelo de la terraza media del Centro de Investigaciones (C.I.) La Libertad, Corpoica. Piedemonte llanero.

Parámetro	Valor
pH	4.4
M.O. (%)	2.4
P (ppm)	1.0
Ca (me/ 100 g)	0.37
Mg (me/ 100 g)	0.11
K (me/ 100 g)	0.10
Na (me/ 100 g)	0.26
Al (me/ 100 g)	2.1
Fe (ppm)	126
B (ppm)	0.15
Cu (ppm)	0.8
Zn (ppm)	0.5
CIC efectiva	3.44
Saturación de bases (%)	24.7
Saturación de aluminio (%)	71.7
Saturación de calcio (%)	12.5
Saturación de magnesio (%)	3.7
Saturación de potasio (%)	3.36

La renovación de la pastura con la asociación maíz - pastos se hizo mediante el mejoramiento de la fertilidad de los suelos como resultado de las enmiendas y fertilizantes aplicados al cultivo de maíz, lo que posibilita la introducción de especies forrajeras de alto potencial productivo para sistemas intensivos de producción animal y por el beneficio económico que se obtiene con el grano de maíz producido y en la reducción de los costos ocasionados en la renovación de pasturas.

Para determinar el efecto del N en el desarrollo y producción de grano de maíz y biomasa de las pasturas se evaluaron las dosis de 100 y 200 kg/ha de N aplicados en forma fraccionada al surco del maíz, 15 y 35 días después de la siembra de la asociación.

Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en bloques completos al azar en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones y la asignación siguiente: (1) parcela principal: gramínea forrajera en un área de 3 ha, (2) subparcela: niveles de nitrógeno en un área de 1 ha, (3) número total de unidades experimentales: 18 (3 pastos x 2 niveles de nitrógeno x 3 repeticiones). Los tratamientos consistieron en asociaciones de:

Maíz - *Brachiaria* híbrido cv. Mulato + 100 kg de N

Maíz - *Brachiaria* cv. Mulato + 200 kg de N

Maíz - *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + 100 kg de N

Maíz - *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + 200 kg de N

Maíz - *Brachiaria decumbens* + 100 kg de N

Maíz - *Brachiaria decumbens* + 200 kg de N

Establecimiento

La labranza se inició con un pase de rastra con el fin de reducir la cobertura de pasto y brindar mejores condiciones para la acción del cincel rígido, que trabajó a una profundidad entre 20 y 25 cm. Posteriormente se aplicó, una mezcla de cal dolomítica, roca fosfórica y yeso agrícola por medio de una encladora que fue incorporada con un pase de rastra.

Las enmiendas y fertilizantes aplicados se realizaron teniendo en cuenta los resultados del análisis químico de los suelos y las exigencias nutricionales del maíz en suelos ácidos. La cal dolomítica, la roca

fosfórica y el yeso agrícola se usaron como enmienda, para reducir la saturación de aluminio y para corregir las deficiencias de calcio, fósforo, magnesio y azufre de estos suelos; además, por tratarse de fertilizantes de lenta solubilidad que posteriormente benefician las pasturas. Estos insumos fueron mezclados y aplicados 45 días antes de la siembra, para mejorar la saturación de bases y favorecer el desarrollo del maíz. Para satisfacer la necesidad de una fuente de alta solubilidad para el maíz se aplicó fosfato diamónico (DAP), fertilizante con P de rápida disponibilidad.

La fertilización básica (kg/ha) aplicada a la asociación maíz - pastura fue la siguiente:

1500 de cal dolomítica (399 kg de Ca + 88.5 kg de Mg)
400 de roca fosfórica (50 kg de P + 99.6 kg de Ca)
300 de yeso agrícola (55 kg de Ca + 44.4 kg de S)
150 de fosfato diamónico (29 kg de P + 27 kg de N)
150 de cloruro de potasio (75 kg de K)
20 de Borozinco (3000 g de Zn, 100 g de Cu, 500 g de B y 1200 g de S).

De acuerdo con estas cantidades de insumos, las dosis (kg/ha) fueron: Ca (555), Mg (88), P (79), K (75) y S (44).

La única fuente de variación en fertilidad fue el nivel de N aplicado (100 y 200 kg/ha). La fertilización nitrogenada se aplicó en forma fraccionada a los 15 y 35 días después de la siembra (dds), en partes iguales. En el momento de la siembra se aplicó a todos los tratamientos 27 kg/ha de N contenidos en 150 kg/ha DAP aplicados.

El maíz se sembró con una densidad de 22 kg/ha en surcos separados 80 cm con 5 a 6 plantas/m, utilizando una sembradora-abonadora, la cual depositó la semilla a una profundidad promedio de 3 cm y el fertilizante de establecimiento (fósforo + potasio + zinc) en el mismo surco del maíz, a una profundidad promedio de 5 cm. Las gramíneas forrajeras se sembraron inmediatamente después de realizada la siembra del maíz, con otra sembradora en surcos separados a 50 cm y una densidad de siembra de 4 kg/ha, en sentido perpendicular a la siembra de maíz.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron para medir los contenidos de N en el suelo y en las plantas, coincidiendo con estados importantes en el desarrollo cultivo de maíz como es la floración y el llenado de grano a los 35 y 60 dds, respectivamente. En estas mediciones se determinaron:

1. Contenido de nitratos y amonio en el suelo a los 15, 35 y 60 dds de la asociación maíz - pastos, por el método de AOAC (1995), tomando muestreos de suelo a una profundidad de 20 cm
2. N total en hojas de maíz y pasto a los 35 y 60 dds, determinado mediante Microkjeldahl. Se hicieron muestreos de hojas de maíz y del pasto del tercio medio de la planta y luego se sometieron a una temperatura de 70 °C durante 72 h en un horno.
3. Contenido de clorofila o índice de verdor en las hojas en el momento de floración del maíz, a los 35 dds, por medio del medidor de clorofila Minolta® SPAD 502 (Soil Plant Analysis Development).

La información obtenida fue analizada mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System). Los resultados se sometieron a análisis de varianza para determinar la significancia y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey. Los coeficientes de determinación y regresión se calcularon utilizando Microsoft-Excel.

Resultados y discusión

Contenido de nitratos y amonio en el suelo

Antes de iniciar la labranza el promedio del contenido de nitratos en el suelo era de 0.10 mg/kg (0.05 kg/ha de N), mientras que el N en forma de amonio era de 7.5 mg/kg (11.6 kg/ha de N). Esta deficiencia de N en el suelo contribuyó a la clorosis y escaso vigor del pasto *B. decumbens* que se encontraba antes de iniciar los tratamientos. Después de realizada la labranza y antes de la siembra, se determinó el contenido de amonio y nitratos en el suelo, obteniéndose valores de 46.6 mg/kg (72.5 kg/ha de N) y 74.6 mg/kg (33.6 kg/ha de N), respectivamente, obteniéndose un aumento de N disponible debido a labranza del suelo,

favoreciendo la descomposición de la MO (Kluthcouski y Stone, 2003; Ayarza y Spain, 1988).

En las evaluaciones realizadas a los 15 dds, cuando ya se había hecho la primera fertilización con urea en el maíz, el contenido de nitratos en el suelo fue de 90, 93 y 95 mg/kg en los tratamientos de maíz asociado con *B. decumbens*, cv. Mulato y cv. Toledo (*B. brizantha*), respectivamente, siguiendo este mismo orden, el contenido de amonio fue de 55, 53 y 51 mg/kg, no existiendo diferencias ($P > 0.05$) entre los contenidos de las dos formas de N inorgánico en el suelo (Cuadro 2). A los 35 dds, después la segunda fertilización con urea, los contenidos de nitrato y amonio en el suelo tampoco presentaron diferencias significativas entre las asociaciones con las tres gramíneas, conservando una tendencia similar a la observada a los 15 dds, con contenidos promedios de 96.4 mg/kg y 54.9 mg/kg de nitrato y de amonio, respectivamente.

Sesenta días después de la siembra, cuando el cultivo de maíz se encontraba en llenado de grano, los contenidos de nitratos en el suelo fueron, respectivamente, de 18.7, 28 y 32.7 mg/kg en la asociación con *B. decumbens*, pasto cv. Mulato y pasto cv. Toledo, siendo el promedio de nitrato 26.4 mg/kg; aunque las variaciones en estos contenidos fueron amplias, la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$). El contenido de amonio a los 60 dds tampoco fue diferente ($P > 0.05$) entre las tres asociaciones, obteniéndose un promedio de 46.6 mg/kg. En resumen, los tratamientos de 100 y 200 kg/ha de N no afectaron ($P > 0.05$) la

disponibilidad de este nutriente en el suelo, en las épocas de evaluación.

Quince días después de la siembra, cuando el maíz se encontraba en un buen desarrollo vegetativo, la disponibilidad de NO_3 en el suelo era de 92.9 mg/kg, y a los 35 dds, coincidiendo con el inicio de floración la disponibilidad de NO_3 era de 96.4 mg/kg, lo que coincidió con la fertilización nitrogenada fraccionada en ambas épocas. Sesenta dds los valores de NO_3 en el suelo descendieron hasta 26.5 mg/kg (Figura 1), coincidiendo con el inicio del llenado de grano y de la alta demanda de N para lograr una buena cosecha. Es necesario tener en cuenta que la cantidad de N que se moviliza desde los tejidos vegetativos hasta la mazorca durante el proceso de llenado de granos varía considerablemente, alcanzando un rango entre 20% y 60% del N total del grano derivado de la absorción por las raíces previo a la antesis y depositado en el tallo para luego ser movilizado hacia la mazorca. La cantidad de N movilizado depende del cultivar, de la cantidad y del momento de la aplicación del N como fertilizante (Lafitte, 2002; Santibáñez y Fuenzalida, 1989).

El contenido de amonio en estos suelos se conservó en forma constante durante los 60 días de evaluación, con un promedio de 50 mg/kg (Figura 1). El N en forma de nitrato es absorbido por la mayor parte de las plantas y además es fácilmente movilizado a capas más profundas del suelo, ya que por su carga negativa no es retenido en el complejo de cambio (Sims et al., 1998;

Cuadro 2. Contenido de nitrato y amonio en el suelo cultivado con la asociación de maíz-gramíneas y dos niveles de N. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Maíz asociado con los pastos:	Nitrato (mg/kg)			Amonio (mg/kg)		
	15 dds ^a	35 dds	60 dds	15 dds	35 dds	60 dds
<i>B. decumbens</i>	90.1	93.3	18.7	55.2	60.7	42.0
Cv. Mulato	93.4	93.3	28.0	53.3	52.3	51.3
Cv. Toledo	95.3	102.7	32.7	51.3	51.7	46.7
Promedio	92.9	96.4	26.5	53.3	54.9	46.7
Nitrógeno:						
100 kg ha ⁻¹	79.5	99.5	28.6	46.6	46.7	43.5
200 kg ha ⁻¹	93.4	93.3	24.9	62.1	62.2	49.8
Promedio	86.5	96.4	26.8	54.4	54.5	46.7
cv (%)	28.2	19.3	26.4	42.3	46.2	27.2
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns

a. dds= días después de la siembra.

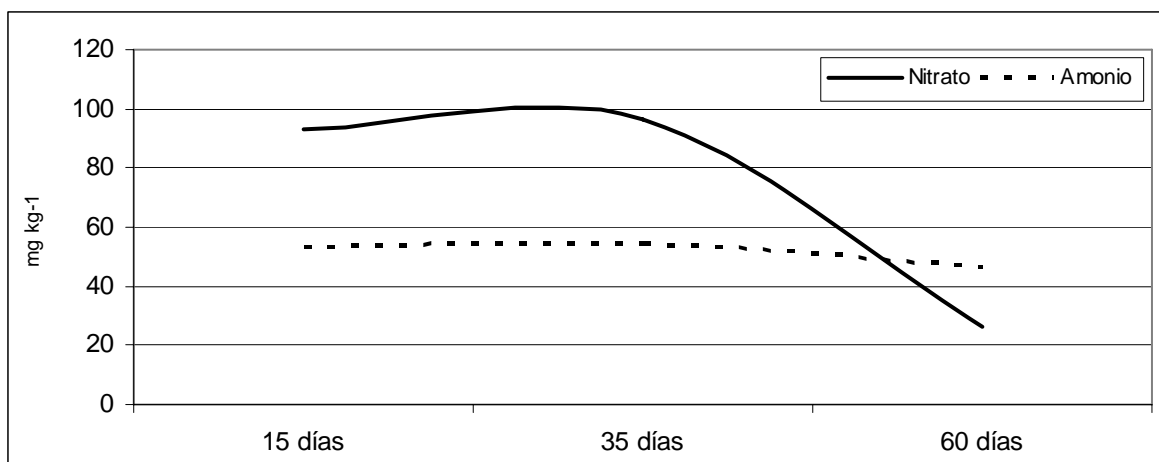


Figura 1. Contenido de nitrato y amonio desde la aplicación de N (15 dds) hasta el llenado de grano de maíz (60 dds) en asociación maíz-pastos. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Cabral et al., 2005), por el contrario, el amonio por su carga positiva es retenido en los sitios de intercambio cationico de las arcillas y la MO (Potash and Phosphate Institute, 1997). Esto explica la estabilidad del amonio y la reducción del nitrato en el suelo a través del tiempo experimental.

Después de la primera fertilización nitrogenada, en el tratamiento con 100 kg/ha de N, la disponibilidad de este nutriente en forma de nitrato fue de 69.5 mg/kg (31.4 kg/ha de N) mientras que en el tratamiento con 200 kg/ha de N fue de 93.4 mg/kg (42.2 kg/ha). En la segunda aplicación de N a los

35 días, la disponibilidad de nitratos en el suelo fue similar tanto con 100 como con 200 kg/ha de N, obteniéndose un promedio de 96.5 mg/kg (44.3 kg/ha de N en forma de nitrato). A los 60 días dds, la disponibilidad de nitratos se redujo a 26.5 mg/kg (11.9 kg/ha de N) en los tratamientos con los dos niveles de N aplicados (Figura 2).

La disponibilidad de N en forma de amonio en el suelo, en el tratamiento donde se aplicaron 100 kg/ha de N permaneció estable en 46 mg/kg (71.5 kg/ha de N) a los 15 y 35 días, y a los 60 días se presentó una leve disminución a 43.5 mg/kg. En la dosis

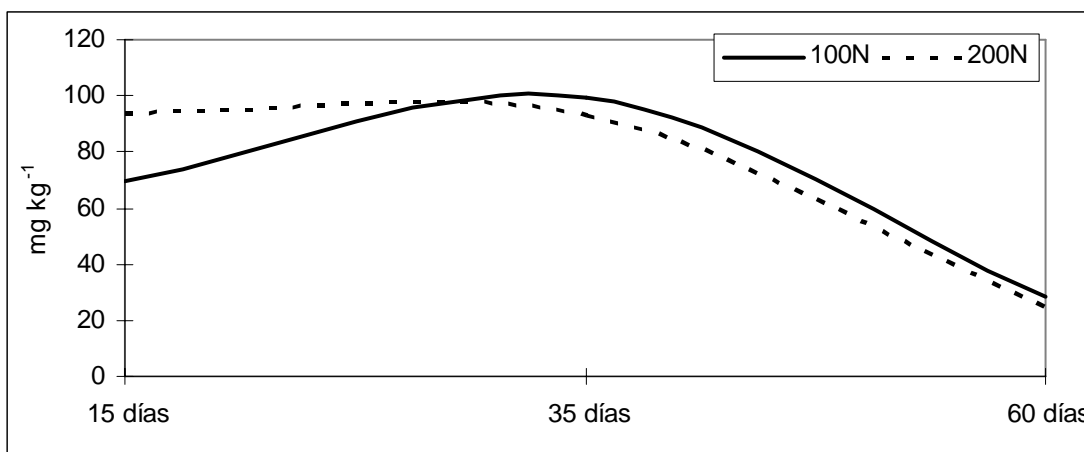


Figura 2. Contenido de nitrato en el suelo con aplicaciones de 100 y 200 kg/ha de N, en la asociación maíz - pastos. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

de 200 kg/ha de N, a los 15 y 35 días se presentaron contenidos de 62 mg/kg de amonio (96.4 kg/ha de N) y a los 60 días se redujo a 50 mg/kg (77.7 kg/ha de N).

Como se puede apreciar en la Figura 3 después de la segunda aplicación de N en forma de urea, el contenido de amonio en el suelo tendió a ser igual tanto con 100 como con 200 kg/ha de N aplicados a la asociación maíz-pastos. En condiciones favorables para el crecimiento de la planta, la mayor parte del amonio se convierte en nitrato por medio de las bacterias nitrificantes, el cual será aprovechado por las plantas y microorganismos del suelo, sin embargo, debe considerarse que este proceso de nitrificación es bajo en suelos ácidos (Orozco, 1999).

El maíz absorbe gran parte del N en forma de nitrato (Salvagiotti et al., 2000, Potash and Phosphate Institute, 1997), por lo tanto, en dos etapas importantes del desarrollo de este cultivo (a los 15 y a los 35 dds), presentó una disponibilidad total de 85.5 kg/ha proveniente del nitrato (42 kg a los 15 días y 43.5 kg a los 35 días). En estos periodos de desarrollo del maíz se aplicaron los dos tratamientos de fertilización nitrogenada (100 y 200 kg/ha de N en forma de urea).

En el momento de la siembra de las asociaciones maíz-pastos se aplicaron 27 kg/ha de N utilizando como fuente al fosfato

diamónico, que con una eficiencia del fertilizante del 60%, representó una disponibilidad de 16.5 kg/ha de N para ser aprovechado en los primeros 15 días de desarrollo del maíz, junto con los 33.6 kg/ha provenientes del nitrato disponible por acción de la labranza.

Considerando que la oferta de N a las plantas proviene de nitratos disponibles en el suelo en el momento de la siembra, de la mineralización de la MO (entre 2% y 2.5% de N está disponible para las plantas anualmente) y del fertilizante (Montesano et al., 2003) y teniendo en cuenta, además, que la eficiencia de la urea es de aproximadamente 60% (Meisinger, 1984), en el tratamiento donde se aplicaron 100 kg/ha a los 15 y 35 dds, la disponibilidad de N para las plantas proveniente de la urea fue de 60 kg/ha. Por otra parte, con 2.4% de MO, una densidad aparente de 1.3 g/cc y una mineralización anual de 2%, la disponibilidad de N para el cultivo proveniente de la MO de este suelo fue de 31 kg/ha, por tanto, la cantidad de N total proveniente de la fertilización y de la mineralización de la MO fue de 91 kg/ha, cantidad cercana a los 85.5 kg/ha de N disponible en forma de nitrato en el suelo, para ser tomado por el cultivo 15 y 35 dds.

Durante septiembre del 2004, cuando se hizo la fertilización nitrogenada a los 15 y 35 dds, la precipitación fue de 328 mm, que

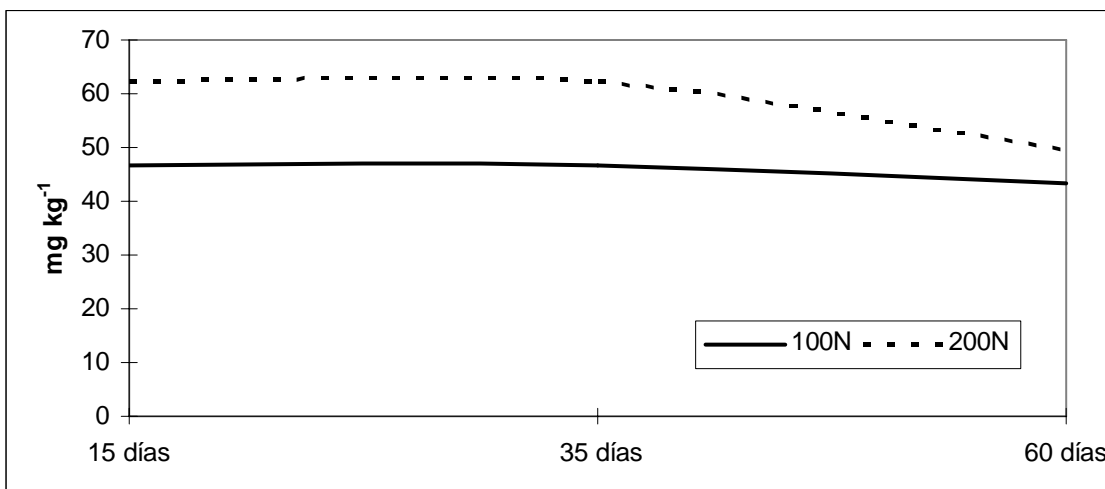


Figura 3. Contenido de amonio en el suelo con 100 y 200 kg/ha de N, en la asociación maíz - pastos. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

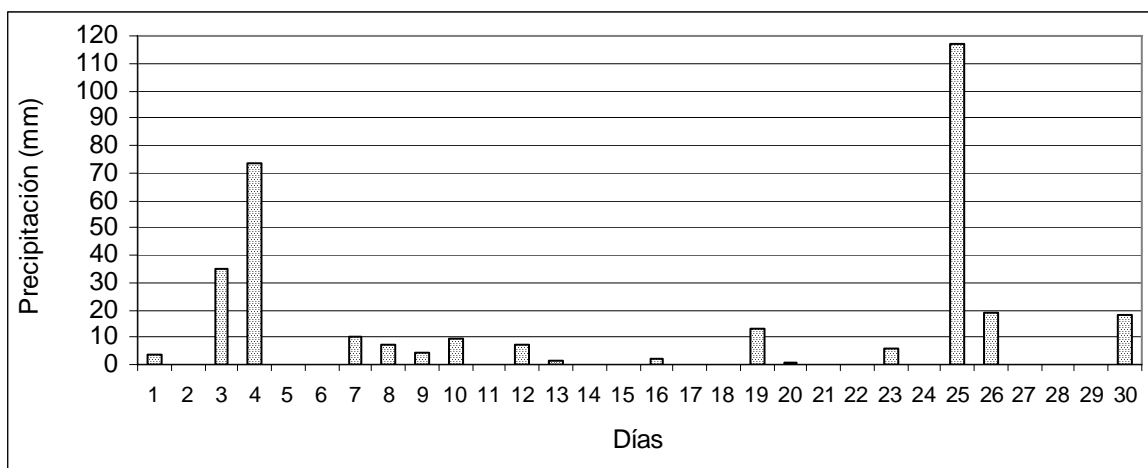


Figura 4. Precipitación durante septiembre del 2004. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

pudo favorecer la lixiviación de nitratos en el suelo, sin embargo, como se puede apreciar en la Figura 4, en los días 8 y 28 de septiembre cuando se aplicó la urea, la precipitación no superó 7 mm. Fox et al. (1983) que es necesario la ocurrencia de una precipitación superior a 10 mm para que la urea sea incorporada en el perfil del suelo, de lo contrario, ocurre la volatilización en forma de NH_3 .

Las condiciones de humedad en el suelo y la temperatura diurna de 31°C durante ese mes pudieron contribuir a la volatilización de la úrea, ocasionando pérdidas de N, que no alcanzó a ser tomado por las plantas. Esto pudo ocurrir principalmente en el tratamiento donde se aplicaron 200 kg/ha de N, dosis con la que las plantas teóricamente deberían disponer de 120 kg/ha de N proveniente de la fertilización y de 31 kg/ha producto de la mineralización de la MO para un total de 151 kg/ha , sin embargo, no se presentaron diferencias significativas en el contenido de nitratos y amonio en los suelos fertilizados con 100 y 200 de kg/ha de N, esto sugiere que las pérdidas de N son mayores cuando los niveles de fertilización son más altos, como lo pudieron comprobar Barbieri y Echeverría (2003) quienes determinaron las pérdidas de N-NH_3 al fertilizar una pastura de *Thinopirum ponticum* con 0 , 90 y 180 kg/ha de N utilizando como fuente la urea. Las pérdidas de N-NH_3 por volatilización fueron de 3 , 14 y 63 kg/ha respectivamente, las cuales

ocurrieron en mayor proporción durante los primeros 7 días después de la fertilización. Un factor que favoreció la volatilización del N-NH_3 fue la alta humedad en el suelo en el momento de la fertilización y la temperatura superior a 22°C . En estas condiciones, también se pueden presentar altas pérdidas de N-NO_3 , como lo demostraron Zhao et al. (2006) en ocho ciclos sucesivos del cultivo de maíz, al comparar una fertilización óptima con 511 kg/ha de N y una fertilización convencional con 2400 kg/ha de N, encontrando una alta acumulación de NO_3 a una profundidad entre 90 y 200 cm del perfil del suelo, mientras que en la zona radicular del cultivo los niveles fueron muy bajos, además, bajo estos dos niveles de N no se presentaron diferencias significativas en la producción de grano de maíz. En recientes estudios se ha comprobado que al aplicar altos niveles de N no se presentan diferencias en producción de maíz solo o asociado con pastos, sin embargo, se reduce la eficiencia de este nutriente y se incrementan las pérdidas como NO_3 o como NH_4 (Wachendorf et al., 2006; Martha et al., 2004; Nevens, 2003, Bundy y Andraski, 2005).

La disponibilidad de N-NH_4 en el suelo, a los 15 y 35 dds de la asociación maíz – pastos, fue de 83 kg/ha , mientras que la disponibilidad de N-NO_3 fue de 43 kg/ha . Estas diferencias se ampliaron a los 60 dds en seis veces a favor de la disponibilidad de NH_4 (Cuadro 3). Es importante la reserva de N presente en el amonio almacenado en las

Cuadro 3. Contenido de N inorgánico en el suelo desde la primera fertilización nitrogenada hasta el inicio del llenado de grano en el cultivo de maíz asociado con pastos. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Edad (dds)	Nitrato			Amonio			N inorgánico en suelo
	mg/kg	kg/ha	N (kg/ha)	mg/kg	kg/ha	N (kg/ha)	kg/ha
15	93.0	186.0	42.0	53.2	106.4	82.7	124.7
35	96.4	193.0	43.5	54.9	109.0	84.7	128.2
60	26.4	53.0	11.9	46.6	93.2	72.4	84.3

arcillas del suelo, la que representa 70% del total el N inorgánico. Trabajos realizados por Cramer y Lewis (1993) demostraron que los cultivos usan cantidades apreciables de amonio, cuando este se encuentra presente en el suelo. Algunos híbridos de maíz tienen un alto requerimiento de amonio y la absorción en esta forma de N ayuda a incrementar el rendimiento de grano. Una de las razones por las que se obtienen rendimientos más altos con la absorción de una parte del N en forma de amonio se basa en el hecho que la reducción del nitrato dentro de la planta requiere de energía hasta llegar a formar aminoácidos. Esta energía es proporcionada por carbohidratos, los mismos que podrían ser usados para el crecimiento y formación de granos (Potash and Phosphate Institute, 1997).

Una de las metodologías más aceptadas para cuantificar la dinámica de N en el sistema suelo-planta es el balance que simula procesos de ganancias, pérdidas y transformaciones del elemento en el sistema (Salvagiotti et al., 2000). El método de balance de N ha sido propuesto por Meisinger (1984) y es generalmente empleado para cultivos anuales en sistemas productivos en equilibrio. Para ello se debe cuantificar la cantidad del nutriente disponible al momento de la siembra del cultivo y el aporte por mineralización desde la fracción orgánica del suelo. Además, se deben determinar las pérdidas por volatilización, desnitrificación y lixiviación. Una alternativa ante la imposibilidad de determinar las pérdidas, es considerar la eficiencia con que cada una de las fuentes de N es aprovechada. En general, los valores de eficiencia para el N inicial y el proveniente de los fertilizantes podrían considerarse similares y con valores de entre 40% y 60%, mientras que la eficiencia de utilización del N mineralizado es de 70% a 80%.

De esta forma se puede determinar la cantidad de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo de acuerdo a la ecuación siguiente (Meisinger, 1984):

$$N_{fert.} = \frac{(N_{cul.} \times Rend.) - [(N_{min.} \times E_1) + (N_{inic.} \times E_2)]}{E_3}$$

donde,

N_{fert} = Requerimiento de fertilizante nitrogenado (kg/ha).

N_{cul} = Requerimiento de N del cultivo (kg/t producida) = 20 kg de N/t de grano de maíz.

Rend = Rendimiento (t/ha) = 5 t/ha de grano de maíz.

N_{min} = N Mineralizado durante el ciclo del cultivo (kg/ha) = 31 kg/ha de N a partir de 2.5% de materia orgánica en el suelo (densidad aparente de 1.3 g/cc, se mineraliza y queda disponible para las plantas el 2% anual)

N_{inic} = N-NO₃ inorgánico inicial disponible a la siembra (kg/ha) = 33.6 kg/ha de N a partir de 74.6 mg/kg de NO₃ obtenidos después de la labranza.

E_1 = Eficiencia de uso del N_{min} = 0.7.

E_2 = Eficiencia de uso del N_{inic} = 0.5.

E_3 = Eficiencia de uso del $N_{fert.}$ = 0.6.

Fertilización con N (kg/ha) =

$$\frac{(20 \times 5) - ((31 \times 0.7) + (33.6 \times 0.5))}{0.6} = 102.5$$

Aplicando esta ecuación, se puede concluir que para obtener un rendimiento de 5 t/ha de grano de maíz sería necesario aplicar 102.5 kg/ha de N. De acuerdo con este resultado, en el presente experimento el valor obtenido con la ecuación se ajusta a la fertilización aplicada (100 kg/ha de N), sin embargo, con el tratamiento de 200 kg/ha de N teóricamente se debería obtener una

mayor producción, pero se observa que el contenido de N asimilable en el suelo no presentó diferencias significativas frente a los dos niveles de N aplicados.

Nitrógeno total en hojas de maíz y pasto

La evaluación del contenido de N en las hojas del maíz y del pasto se realizó al comienzo de la floración y del llenado del grano de maíz, coincidiendo con el periodo de evaluación de nitrato y amonio en el suelo. Se encontró que en el primer estado, el N foliar en el maíz asociado con *B. decumbens* y en el maíz asociado con pasto cv. Toledo fue más alto ($P < 0.05$) (2.9% y 2.83% de N, respectivamente) (Cuadro 4), mientras que en la asociación con pasto cv. Mulato, el maíz presentó un contenido de N foliar de 2.66%. En el pasto *B. decumbens*, el N foliar fue menor ($P < 0.05$) mientras que en los pastos cvs. Mulato y Toledo la concentración de N fue de 3.31% y 3.20% respectivamente, resultando más altos ($P < 0.05$). En general se observó que a 35 dds, el N foliar en el pasto presentó niveles superiores a los encontrados en el maíz.

En el estado de llenado de grano (60 dds) el contenido de N foliar en el maíz no presentó diferencias significativas cuando se asoció con los pastos, alcanzando un promedio de 2.59%. La concentración de N foliar en el maíz fue similar en floración y en el llenado de grano (Cuadro 4). Los pastos tropicales, a medida que se acercan a la maduración, se caracterizan por la disminución del N foliar y el aumento de la fibra, hecho que fue confirmado en esta evaluación, sin embargo, el pasto cv. Mulato siguió siendo el de mayor contenido de N (2.58% a los 60 días); mientras que en las hojas de pasto cv. Toledo este valor fue de 2.30 %.

Los tratamientos con 100 y 200 kg/ha de N aplicados al maíz no afectaron ($P < 0.05$) el contenido de N en las hojas del maíz ni en

las del pasto, tanto en la floración como en el llenado del grano. En el momento de la floración del maíz, el pasto presentó mayor contenido de N foliar que aquel; mientras que en el llenado de grano ocurrió la condición contraria (Figura 5).

El N foliar en el maíz presentó poca variación a los 35 y 60 días de edad, tanto con 100 como con 200 kg/ha de N. En la floración el promedio fue de 2.8% y en el llenado de grano de 2.6%, valores que se encuentran en los límites inferiores del rango entre 2.75% y 3.25% propuesto como adecuado por Malavolta et al. (1997). Las gramíneas, a los 35 días presentaron más de 3% de N foliar, mientras que a los 60 dds éste disminuyó a valores cercanos a 2.5%.

Contenido de clorofila en hojas

La clorofila en la hoja está estrechamente relacionada con la concentración de N y por lo tanto refleja el estado nutricional. El N es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. (Potash and Phosphate Institute, 1997; Salisbury y Ross, 1992; Wolfe et al., 1998).

Para determinar la distribución de clorofila en la planta de maíz con el clorofilometro Minolta® SPAD 502 se realizaron mediciones en todas las hojas de la planta, encontrándose los contenidos de clorofila más altos ($P < 0.05$) en las hojas 6 a 13. Estos valores se presentaron en un rango de 50 a 54 unidades SPAD, obteniéndose los más altos en las hojas 10 y 11. Estos contenidos coinciden con lo reportado por Novoa y Villagran (2002), Sainz y Echeverría (1998), quienes determinaron que un valor adecuado de clorofila para un buen rendimiento de grano de maíz debe ser

Cuadro 4. Contenido de nitrógeno (%) en las hojas de maíz y pastos en las épocas de floración y llenado de grano del maíz. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Maíz asociado	N en floración de maíz (35 dds)		N en llenado de grano de maíz (60 dds)	
	En hoja de maíz	En hoja de pasto	En hoja de maíz	En hoja de pasto
<i>B. decumbens</i>	2.90 a*	2.91 b	2.60 a	2.40 ab
<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato	2.66 b	3.31 a	2.53 a	2.58 a
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	2.83 ab	3.20 ab	2.65 a	2.30 b
cv (%)	4.9	6.8	5.6	6.7

* Valores con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey.

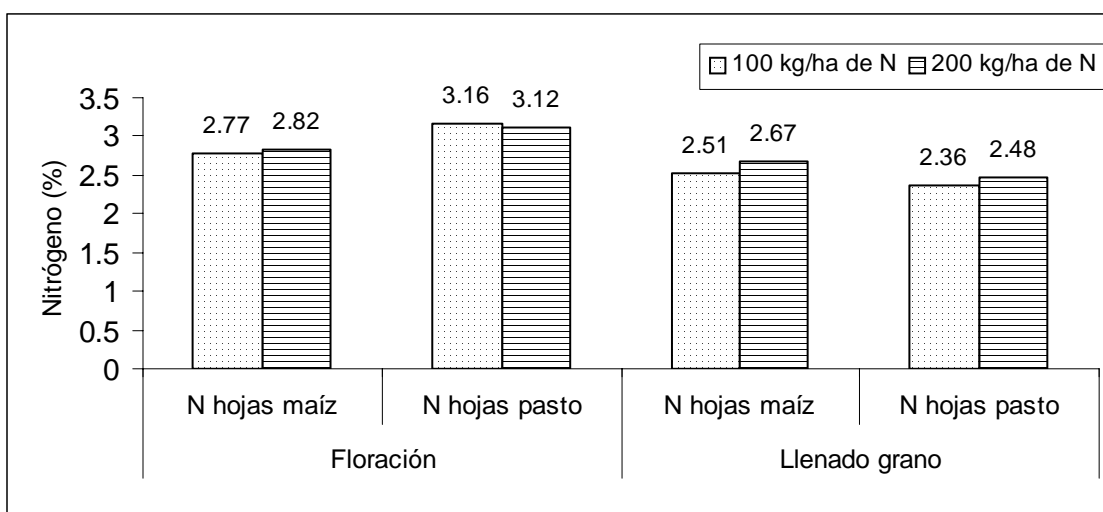


Figura 5. Nitrógeno foliar en la asociación maíz - pastos, en la floración y en el llenado de grano del maíz, establecidos con 100 y 200 kg/ha de N. C.I. la Libertad, Piedemonte llanero.

superior a 50 unidades SPAD en estas hojas (Cuadro 5).

Los valores de clorofila más bajos (30 a 48 unidades SPAD) se encontraron en el tercio inferior y en el tercio superior de la planta de maíz. En el tercio inferior correspondiente a las hojas bajas

Cuadro 5. Contenido de clorofila (unidades SPAD) en hojas de la planta de maíz, medido en los tercios de cada hoja en el momento de floración. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Hoja (no.)	Contenido de clorofila en maíz (Unidades SPAD)		
	base de hoja	mitad de hoja	ápice de hoja
2	37.1 f*	38.7 de	36.8 g
3	43.3 e	45.1 c	42.1 f
4	46.3 dec	49.0 abc	44.0 ef
5	47.3 bdec	50.7 ab	46.3 cdef
6	49.7 abc	52.7 a	49.4 bcde
7	51.2 abc	52.7 a	50.0 abcd
8	51.4 abc	53.5 a	51.6 abc
9	52.2 ab	54.4 a	52.3 abc
10	55.0 a	54.0 a	53.4 ab
11	54.5 a	52.9 a	53.6 a
12	52.4 ab	52.4 a	52.5 ab
13	51.2 abc	49.0 abc	50.8 abcd
14	48.7 bcde	46.8 bc	48.6 abcde
15	48.3 bcde	45.0 c	47.4 bcdef
16	44.7 de	43.6 dc	45.1 def
17	28.3 g	33.8 e	30.1 h
cv (%)	10.9	11.2	11.8

* Promedios con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey.

incluyendo la quinta hoja, se encontraban en proceso de senescencia y el tercio superior correspondiente a las hojas 14 a 17, estaban en proceso de formación. El N es uno de los elementos más móviles en la planta, lo que beneficia a los granos en formación en mazorcas que normalmente se localizan entre las hojas 7 a 9, con valores superiores a 50 unidades SPAD (Figura 6).

Estos resultados permiten concluir que las evaluaciones con el clorofilómetro Minolta® SPAD 502 puede ser realizados en las hojas del tercio medio de la planta de maíz. En estas hojas desarrolladas y expandidas, solo una pequeña fracción de los productos de la fotosíntesis permanecen en el sitio de producción y la mayoría son translocados a otros sitios de la planta. Los coeficientes de reparto de la materia seca entre los distintos órganos varía continuamente durante el crecimiento de la planta. Las exportaciones de los productos asimilados son dirigidas principalmente hacia los centros de crecimiento activo y posteriormente hacia la mazorca (Santibáñez y Fuenzalida, 1989)

El contenido de clorofila en las hojas de maíz fue mayor cuando este se asoció con *B. decumbens* y con pasto cv. Mulato, presentando los mayores valores en los tres tercios de la hoja de maíz (50 a 51 unidades SPAD). El contenido de clorofila en del maíz

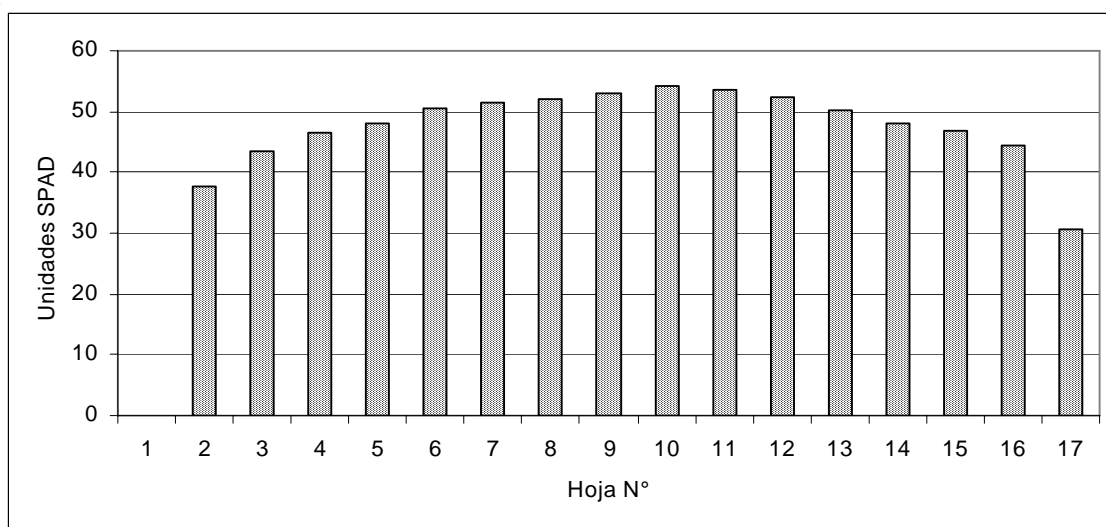


Figura 6. Contenido de clorofila (Unidades SPAD) en las hojas de la planta de maíz asociado con pastos, al inicio de la floración (35 días). C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

asociado con el pasto cv. Toledo sólo fue inferior ($P < 0.05$) en tercio inferior de la hoja con 49.8 unidades SPAD.

Los tratamientos de la asociación de maíz - pastos fertilizados con 100 y 200 kg/ha de N, presentaron diferencias ($P < 0.05$) en toda el área foliar del maíz, a favor del tratamiento con 200 kg/ha de N (> 50 unidades SPAD), mientras que en el tratamiento con 100 kg/ha de N fue de 49 unidades SPAD (Cuadro 6).

Relación contenido total de N/contenido de clorofila en hojas de maíz y pastos

El contenido de clorofila a los 35 y 60 dds en las hojas de maíz no presentó diferencias significativas en las asociaciones con los

pastos *B. decumbens* y cvs. Mulato y Toledo (Cuadro 7), cuyos valores promedios fueron de 50.4 y 50.8 unidades SPAD en ambas edades, respectivamente. En los pastos se encontraron valores más bajos con respecto a maíz, no obstante, en el pasto cv. Mulato fueron superior a los demás con valores de 48.8 y 44.1 unidades SPAD a los 35 y 60 dds, respectivamente. Al igual que el contenido de N total foliar, en el maíz se presentó poca variación en ambas edades, aunque el N total y los grados SPAD en los pastos presentaron reducción a los 60 dds.

Se encontró una buena relación entre el N foliar y contenido de clorofila en el maíz y en los pastos, especialmente en el momento del llenado de grano. Esto fue comprobado por

Cuadro 6. Contenido de clorofila (unidades SPAD) en tercios de la hoja de la planta de maíz en asocio con pastos y con dos niveles de N, en el momento de la floración del maíz. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Maíz asociado con los pastos:	Contenido de clorofila en maíz (Unidades SPAD)		
	base de hoja	mitad de hoja	ápice de hoja
<i>B. decumbens</i>	50.9 a	51.6 a	50.1 a
<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato	50.2 ab	50.1 b	50.0 a
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	49.8 b	51.2 a	49.9 a
Nitrógeno:			
100 kg ha ⁻¹	49.1 b	49.4 b	48.4 b
200 kg ha ⁻¹	51.5 a	52.5 a	50.9 a
cv (%)	10.9	11.2	11.7

* Promedios con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey

Cuadro 7. Relación (r^2) contenido de clorofila (unidades SPAD) y nitrógeno total en las hojas de maíz y de pastos asociados a los 35 y 60 después de la siembra. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

	A los 35 días (inicio de la floración)			A los 60 días (inicio de llenado de grano)		
	N foliar	SPAD	r^2	N foliar	SPAD	r^2
	Hojas de maíz asociado con:					
<i>B. decumbens</i>	2.90 a*	50.8 a		2.60 a	51.2 a	
<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato	2.66 b	50.1 a	0.79	2.53 a	49.6 a	0.96
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	2.83 ab	50.3 a		2.65 a	51.7 a	
CV (%)	4.9	11.8		5.6	13.5	
En las hojas de los pastos:						
<i>B. decumbens</i>	2.91 b	44.5 b		2.40 ab	39.3 b	
<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato	3.31 a	48.8 a	0.79	2.58 a	44.1 a	0.92
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	3.20 ab	45.8 b		2.30 b	38.7 b	
CV (%)	6.8	14.2		6.7	10.6	

* Promedios con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey.

los coeficientes de determinación (r^2) cuyos valores demuestran que a la edad de 35 días, un 79% de la variación en el N foliar en las hojas de maíz y pasto puede ser explicada por el valor obtenido con el clorofilometro y expresado en grados SPAD. A 60 dds este valor fue de 96% y 93%, respectivamente.

Teniendo en cuenta el bajo contenido de nitratos encontrado en el suelo a 60 dds se pensaría en la necesidad de aplicar N en forma de fertilizante, sin embargo, los contenidos adecuados de este nutriente determinados mediante N total en hojas (Microkendjal) y con el clorofilometro indican que su disponibilidad es adecuada, como resultado de la translocación de las reservas desde el tallo principalmente para ser aprovechado en épocas de altos requerimientos como el llenado de grano. Laffite (2002) encontró que entre 20% y 60%

del N total del grano proviene de la translocación previa a la antesis.

En varios trabajos N (Novoa y Villagrán 2002; Imsande, 1998) se encontró una alta correlación entre el contenido de N en las hojas y los valores obtenidos con el medidor de clorofila, alcanzando valores de 49 y 51 unidades SPAD a 32 y 50 días después de la emergencia, respectivamente, valores considerados suficientes para alcanzar el 95% del rendimiento máximo. Valores SPAD inferiores que 35, equivalentes a un contenido de N foliar de 1.83%, indican la necesidad de aplicar N.

Relación contenido de clorofila en las hojas/rendimiento de grano de maíz

En el estudio se encontró que el promedio del contenido de clorofila en hojas de maíz en el momento de la floración fue de 50.4 unidades

Cuadro 8. Grados SPAD de clorofila en la floración y rendimiento de maíz en grano. C.I. La Libertad, Piedemonte llanero.

Maíz asociado con los pastos:	Clorofila (unidades SPAD)	Peso de granos (g/planta)	Rendimiento (t/ha)
<i>B. decumbens</i>	50.8 a	134.4 a	5.37 a
<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato	50.1 a	129.5 a	5.18 a
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	50.3 a	133.8 a	5.35 a
Nitrógeno:			
100 kg ha ⁻¹	48.9 b	129.6 a	5.18 a
200 kg ha ⁻¹	51.6 a	134.8 a	5.39 a
CV (%)	11.4	19.0	19.0

* Promedios con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey.

SPAD, siendo este valor similar en maíz solo o asociado con pastos. Una tendencia similar se encontró en la producción de maíz con un promedio de 132 g/planta (Cuadro 8).

Se estima que para producir 1 t/ha de grano es necesario aplicar 20 kg de N disponible (Salvagiotti et al., 2000), es decir, que para lograr una producción de 5 t/ha de grano es necesaria una disponibilidad en el suelo de 100 kg/ha de N, siempre y cuando, no existan limitantes de los demás nutrientes y factores de producción. En este experimento, los rendimientos de maíz no fueron afectados por los dos niveles de N utilizados, aunque en el contenido de clorofila sí se presentaron diferencias significativas (48.9 unidades SPAD con 100 kg/ha de N y 51.6 unidades SPAD con 200 kg/ha de N). Estos valores estuvieron cerca al valor de 50 unidades SPAD, lo que indica que las plantas no presentaron deficiencia de N como lo confirman los rendimientos de maíz (5.18 y 5.39 t/ha, $P > 0.05$) con 100 o 200 kg/ha de N, respectivamente.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- la cantidad de N total proveniente de la fertilización y de la mineralización de la MO fue de 91 kg/ha, cantidad cercana a los 85.5 kg/ha de N disponible en forma de nitrato en el suelo, para ser tomado por el cultivo 15 y 35 dds.
- Los tratamientos con 100 y 200 kg/ha de N aplicados al maíz no afectaron ($P < 0.05$) el contenido de N en las hojas del maíz ni en el pasto, tanto en la floración como en el llenado del grano
- Se encontró una buena relación entre el N foliar y contenido de clorofila en el maíz y en los pastos, especialmente en el momento del llenado de grano. Esto fue comprobado por los coeficientes de determinación (r^2) cuyos valores demuestran que a la edad de 35 días, un 79% de la variación en el N foliar en las hojas de maíz y pasto puede ser explicada por el valor obtenido con el clorofilometro.
- En las condiciones del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, la aplicación de 100 kg/ha es suficiente para alcanzar un rendimiento promedio de 5.3

t/ha de grano de maíz híbrido Master en asociación con los pastos *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y *B. decumbens*.

- Teniendo en cuenta la alta relación obtenida entre el contenido de N foliar y de clorofila en grados SPAD en las hojas del maíz y las gramíneas en el estudio, la utilización de esta metodología es una buena alternativa para conocer el estado nutrición de ambos cultivos.

Summary

In the Piedmont of the Oriental plains of Colombia, the association of corn with the grasses *B. decumbens*, *Brachiaria* hybrid Mulato and *B. brizantha* cv. Toledo was established, to renovate degraded pasture. The effect of the N was evaluated with 100 and 200 kg ha⁻¹ applied to the corn to the 15 and 35 days after the sowing (d.a.s). The availability of N in the soil was determined with the content of nitrates and ammonium, the content of N in the plant was determined by means of the analysis of N to leaf total and the chlorophyll content was measured with a clorofilometro Minolta® SPAD 502. The available N in the soil in nitrate form remained in 42 and 43 kg/ha de N to the 15 and 35 d.a.s respectively, coinciding with the fertilization of N applied to the corn, but to the 60 days it reducing to 11,9 kg/ha de N. The available N in ammonium form was of 82, 84 and 72 kg ha⁻¹ to the 15, 35 and 60 d.a.s respectively. To the beginning of the flowering, the N leaf in the corn associated with *B. decumbens* and with the grass Toledo was respectively of 2,9 and 2,83%, while in the association with grass Mulato was of 2,66%. The N leaf in the grasses Mulato and Toledo was respectively of 3,31 and 3,20%. In the phase of filled grain of corn, the N leaf in the corn didn't present significant differences when being associated with the three grasses, being obtained an average of 2,59%. The treatments with 100 and 200 kg/ha de N applied to the corn, they didn't affect the content of N in the leaves of corn and grass, so much in the moment of the flowering like in the one filled of the grain. The chlorophyll content measured in grades SPAD in the leaves of corn didn't present significant differences in the associations of the corn with the grasses *B. decumbens*, cvs. Mulato and Toledo whose you value averages they

were of 50,4 and 50,8 units SPAD to the 35 and 60 days respectively. The yields of corn were not affected by the two levels of N utilized.

Referencias

- Andrade, S.R.M.; Santana, R.; Cambraia, J.; y Mosquim, P. 2001 Efeito da proporção NH_4 , NO_3 na distribuição de nitrato e na atividade in Vitro da redutase do nitrato em plantas de *Panicum maximum*. Bol. Psqu. Desenvol. 12. Planaltina, DF. Brasil. 16 p.
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists), 1995. Official methods of analysis. Arlington Virginia, USA.
- Attanandana, T. y Yost, R.S. 2003. A site specific nutrient management approach for maize. Better Crops Intern. (17): 3-7.
- Ayarza, M.A. y Spain, J.M. 1988. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. En: Establecimiento y renovación de pasturas. VI reunión del Comité Asesor de la RIEP. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Veracruz, México. p.187-284.
- Barbieri, P. A., y Echeverría, H.E. 2003. Evolución de las pérdidas de amoníaco desde la urea aplicada en otoño y primavera a una pastura de Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). RIA 32(1):17-29.
- Botero, P.J. y López D. 1982. Los suelos de los Llanos Orientales (Una visión general sintetizada). Suelos Ecuatoriales 12) 2:18-29.
- Bullock, D. G.; y Anderson, D.S. 1998. Evaluation of the Minolta SPAD 502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. J. Plant. Nutr. 21: 741-755.
- Bundy, L. G. y Andraski, T.W. 2005. Recovery of fertilizer nitrogen in crop residues and cover crops on an irrigated sandy soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:141-147.
- Cabral da Silva, E.; Buzetti, S.; Guimarães, G. L.; y Lazarini, E., de Sá, M.E. 2005. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 29(3):37-44.
- Caires, N. O.; Guedes de Carvalho, J.; Dias, M. F.; Pereira, T. R.; y Pinho, P. J. 2005. Uso do SPAD 502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrógeno, enxofre, ferro e manganês do algodoneira herbáceo. Pesq. Agropec. 40(5):71-87.
- Cramer, M. D. y Lewis, O. A. 1993. The influence of nitrate and ammonium nutrition on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) plants. Annals of Botany 72:359-365.
- Deane, C. E. y Glass, A. D. 1983. Short terms studies of nitrate uptake into barley plants using ion specific electrodes and Cl_3 . Regulation of efflux by NH_4 . Plant Physiol. 73:105-110.
- Fox, R.H.; Kern, J.M. y Piekielek, W. P. 1986. Nitrogen fertilizer source and method and time of application effects on no-till corn yield and nitrogen uptakes. Agron. J. 78:741-746.
- Imsade, J. 1998. Iron, sulfur and chlorophyll deficiencies: A need for an integrative approach in plant physiology. Physiol. Plant. 103:139-144.
- Kluthcouski, J. y Stone, L. F. 2003. Manejo sustentavel dos solos dos Cerrados. En: Integração Lavoura – Pecuária. En: Kluthcouski, J., Stone, L. F y Aidar, H. (eds.). Embrapa, Arroz e Feijoo. San Antonio de Goias, Brasil. p. 61 - 104.
- Lafitte, H.R. 2002. Fisiología del maíz tropical. Tecnifenalce, no.2. año 4.
- Martha Júnior, G. B.; Vilela, L.; Barioni, L. G.; Gomes de Sousa, D.M.; y Olivera, O. B. 2004. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. En: Silveira C. G.; Moura, C. y Pedroso de Faria V. (eds.). Fertilidade do solo para pastagens productivas. Anais do 21° simposio sobre Manejo da Pastagens. Fundación de Estudios Agrarios Luis de Queiroz, FEALQ. Piracicaba, Brasil. p. 155-216.

- Martha Jr.; Corsi, M.; Trivelin, P. C., y Alves, M. C. 2004. Nitrogen recovery and loss in fertilized grass pasture. *Grass forage Sci.* 59:80-84.
- Mejia, L. 1996. Génesis y características de los Oxisoles y suelos oxicos de los Llanos Orientales de Colombia y su relación con la fertilidad. *Suelos Ecuatoriales* 26 (1):7-34.
- Menezes, P. S. 2004. Aspectos fisiológicos y metabólicos de la nutrición nitrogenada de plantas forrajeras. En: Silveira C. G. Moura, C. y Pedroso de Faria V. (eds.). *Fertilidade do solo para pastagens produtivas. Anais do 21º Simposio sobre Manejo da Pastagens. Fundação de Estudos Agrarios Luis de Queiroz, FEALQ. Piracicaba, Brasil.* p. 139-154.
- Mengel, D. B. y Barber, S. A. 1974. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. *Agron. J.* 66:399-402.
- Meisinger, J. J. 1984. Evaluating plant-available nitrogen in soil-crop systems. In: R.D. Hauck et. al. (eds.) *Nitrogen in crop production.* Am. Soc. Agron. p. 391-416.
- Miles, J. W.; Do Valle, C.B.; Rao, I.M.; y Euclides, V. P. 2004. *Brachiaria* grasses. Warm season (C4) Grasses, *Agronomy, Monograph no. 45.* American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. U.S.A. p. 745-783.
- Montesano, A. M.; Salomón, A.; Teramo, C. D.; y Masiero, B. 2003. Fertilización del cultivo de maíz. Proyecto Fertilizar-INTA Pergamino, Argentina. 7 p.
- Nevens, F. 2003. Nitrogen use efficiency in grassland, silage Maite and ley/arable rotation. Ph.D thesis Belgium:University of Gent.
- Novoa, R. y Villagran, A. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agric. Tec.* 62 (1).
- Oaks, A. 1992. Re-evaluation of nitrogen assimilation in roots. *BioSci.* 88:1067-1072.
- Orozco F. H. 1999. *Biología del nitrógeno. Conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas.* Tomo 1. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquia. 231 p.
- Pearson, C. J. y May, A. J. 1984. Maize and pearl millet. En: C.J. Pearson (ed.). *Control of crop productivity.* Acad. Press. Nueva York. p.141-158.
- Potash and Phosphate Institute, 1997. *Manual Internacional de Fertilidad de suelos.* Norcross, G.A. U.S.A. 146 p.
- Rancel, J. A.; Alcanzar, G. G.; Castellanos, J. Z.; Garcia, E. M.; Trejo, L. C.; y Vaquera, H. H. 2002. Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo. *Terra* 20:383-390.
- Rao, I. M.; Kerridge, P. C.; y Macedo, M. C. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En: J. W. Miles; B. L. Maass; y C.B. do Valle (eds.). *Brachiaria, biología, agronomía y mejoramiento.* CIAT, Cnpgc/Embrapa. Calí, Colombia. Campo Grande, Brasil. p. 58 – 78.
- Rincón, A.; Cuesta, P. A.; Pérez, R.; Bueno, G.; Pardo, O.; y Gómez, J. E. 2002. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el Piedemonte caqueteño. Corpoica, Fedegan, Colciencias, Minagricultura. 76 p.
- Rincón, A. 1993. Establecimiento de pasturas por el sistema arroz - pastos. *Carta Ganadera.* 30 (2):12-17.
- Sainz, R. H. y Echeverria, H. E. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento del grano. *Rev. Fac. Agron. La Plata.* 103(1):37-44.
- Sans, J. I.; Zeigler, R. S.; Sarkarung; S.; Molina, D.L.; y Rivera, M. 1999. Sistemas mejorados arroz-pasturas para sabana nativa y pasturas degradadas en suelos ácidos de América del Sur. En: Guimaraes, E.; Sanz, J. I.; Rao, Y.;

- Amézquita, M. C.; y Amézquita, E.(eds.).
Sistemas Agropastoriles en Sabanas
Tropicales de América Latina. CIAT-
Embrapa. Cali, Colombia. p. 232-244.
- Salinas, J. G. 1985. Fertilización de pastos en
suelos ácidos de los Trópicos. Centro
Internacional de Agricultura trópicos
(CIAT). Cali, Colombia. 215 p.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1992. Fisiología
vegetal. Ed. Iberoamerica S.A. México. p..
319 - 338.
- Salvagiotti, F.; Pedrol, H.; y Castellarin, J.
2000. Utilización del método del balance
de N para la recomendación de la
fertilización nitrogenada en maíz.
Informaciones agronómicas, Instituto de
la potasa y el fósforo, Inpofos. 38: 11-13.
- Sánchez, P.A.1976. Properties and
management of soils in the tropics. New
York USA. J. Wiley and sons. 618 p.
- Santibáñez, F. y Fuenzalida, J. 1989. Modelos
ecofisiológicos para el análisis de los
potenciales de producción de maíz.
Universidad de Chile (Santiago),
Universidad de Talca (Talca), Chile. 32 p.
- Sims, A. L.; Schepers, J. S.; Olson, R. A.; y
Power, J. F. 1998. Irrigated corn yield and
nitrogen accumulation response in a
comparison of no-till and conventional
till: tillage and surface-residue variables.
Agron. J. 90:630-637.
- Varvel, G. E., Schpers, J. S.; y Francis, D. D.
1997. Ability for in-season correction of
nitrogen deficiency in corn using
chlorophyll meters. Soil Sci. Am. J.
61:1233-1239.
- Vilela, L.; Macedo, M. C.; Martha Jr., G. B.; y
Kluthcouski, J. 2003. Benefícios da
integração lavoura – pecuária. En:
Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; y Aida, H.
(eds.). Integração Lavoura – Pecuária.
Embrapa, Arroz e Feijão. San Antonio de
Goias, Brasil. p. 154-170.
- Wachendorf, M.; Volkers, K. C.; Loges, R.;
Rave, G.; y Taube, F. 2006. Performance
and environmental effects of forage
production on sandy soils. IV. Impact of
slurry application, mineral N fertilizer
and grass understorey on yield and
nitrogen surplus of maize for silage.
Grass Forage Sci. 61:232-242.
- Zhao, R. F.; Chen, X. P.; Zhang, F. S.; Zhang,
H.; Schoroder, J.; y Romheld, V. 2006.
Fertilization and nitrogen balance in
wheat – maize rotation system in North
China. Agron. J. 98:999-1004.

Respuesta de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (CIAT 36061) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares

P. J. González*, R. Plana*, F. Fernández* y E. Igarza**

Introducción

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son componentes integrales de la rizosfera de las pasturas, donde las plantas permanecen estrechamente asociadas mediante una red de hifas interconectadas que incrementan el volumen de suelo que exploran las raíces, mejoran su estructura y facilitan la absorción de los nutrimentos y el agua, entre otras funciones importantes (Johnson et al., 2003).

La mayoría de los pastos tropicales posee una alta dependencia micorrízica (Howeler et al., 1987). Pero muchos factores relacionados con la especie de planta y su régimen de explotación, la eficiencia de las cepas de HMA y las condiciones del suelo, pueden incidir en el funcionamiento de la simbiosis y de hecho, en la productividad del pasto (Ojeda, 1998; Grigera y Oesterheld, 2004). Cuando los pastos poseen baja micorrización natural, se puede mejorar el funcionamiento de la simbiosis mediante la inoculación de cepas de HMA (Singh et al., 2000; Calderón, 2006). En estos casos resulta necesario evaluar la respuesta de las especies a las cepas introducidas y seleccionar las más eficientes para las condiciones en que tiene lugar su cultivo, como requisito indispensable para lograr su manejo efectivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (CIAT 36061) a la inoculación de cepas de HMA.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Empresa Pecuaria Genética Niña Bonita, en la provincia de La Habana, Cuba, sobre un suelo Nitisol Ródico Eútrico (FAO, 1999). Para la caracterización química del suelo se emplearon los siguientes métodos analíticos, establecidos por NRAG (1987 y 1988): $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ y KCl por potenciometría, relación suelo-disolución 1:2.5; materia orgánica (MO) por Walkley y Black; P según Oniani; cationes intercambiables mediante extracción con NH_4AC 1 mol/l a pH 7 y determinación por complexometría (Ca y Mg) y fotometría de llama (Na y K); y porcentaje de arcilla por Boyoucos. Los resultados fueron los siguientes: $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 6.5$; $\text{pH}_{(\text{KCl})} = 5.9$; $\text{MO}(\%) = 3.25$; $\text{P}_2\text{O}_5(\text{mg}/\text{kg}) = 15$; los cationes (cmol/kg) Ca = 9.72, Mg = 2.24, Na = 0.15 y K = 0.21. El contenido de arcilla era de 60.4%. La temperatura, promedio anual, de la localidad es de 24 °C y la precipitación anual de 1300 mm, de la cual el 80 % se distribuye entre mayo y octubre y el resto, entre noviembre y abril.

Se evaluaron cuatro tratamientos (testigo sin inocular y la inoculación de las cepas de HMA: *Glomus hoy*-like, *G. mosseae* y *G. intraradices* en un diseño cuadrado latino. En parcelas de 28 m² y con un área para medición de 21 m². Las cepas se aplicaron mediante inoculantes micorrízicos certificados que contenían 50 esporas/g de sustrato, producidos en el Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del

* Investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera a Tapaste km 3.5 Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, la Habana, Cuba. E-mail: pgonzalez@inca.edu.cu

** Especialista. Microestación de Pastos y Forrajes Niña Bonita, carretera 43 km 1.5 Cangrejas, Bauta, la Habana, Cuba.

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). El pasto se sembró en chorro continuo en junio de 2005, a una distancia de 70 cm entre surcos a razón de 8 kg/ha de semilla. El inoculante micorrizico se aplicó al momento de la siembra, por el método del recubrimiento de la semilla (Fernández et al., 2001). Los cortes se hicieron cada 6 en la época de lluvias y cada 8 ocho semanas en la época de menor precipitación. Durante el tiempo experimental no se aplicaron fertilizantes.

En ciclos alternos de corte, en cada parcela se tomaron tres muestras compuestas de raicillas de 20 plantas para su tinción y clarificación, según la metodología de Phillips y Hayman (1970). La evaluación de la colonización micorrizica se realizó por el método de los interceptos (Giovanetti y Mosse, 1980) y la densidad visual, según Trouvelot et al., (1986). En cada corte se pesó la masa verde (MV) de cada parcela y se tomaron muestras de 200 g para determinar el porcentaje de materia seca (MS) y los contenidos de N, P y K del pasto (AOAC, 1990). El rendimiento de MS se estimó a partir del rendimiento de MV y el % de MS. El índice de eficiencia (IE) de las cepas de HMA se calculó según Siquiera y Franco (1988), mediante la formula siguiente:

$$IE(\%) = [MS (t/ha) \text{ del tratamiento micorrizado} - MS (t/ha) \text{ del tratamiento testigo} / MS \text{ del tratamiento testigo} (t/ha)] \times 100$$

Igualmente se determinó el grado de participación de las cepas de HMA en la extracción de nutrimentos de la biomasa (Rivera et al., 2003), mediante la formula:

$$Participación (\%) = [Extracción \text{ de NPK} (t/ha) \text{ en el tratamiento micorrizado} - \text{extracción de NPK} (t/ha) \text{ en el tratamiento testigo} / \text{extracción de NPK} (t/ha) \text{ en el tratamiento micorrizado}] \times 100.$$

Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS 11.5 para Windows.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa el efecto de la inoculación de las cepas de HMA en las estructuras micorrizicas de las plantas. Durante el primer año de establecimiento, las cepas incrementaron ($P < 0.05$) los porcentajes de colonización micorrizica y la densidad visual en el período lluvioso, aunque ambas variables alcanzaron los mayores valores ($P < 0.05$) con *Glomus hoy-like* y *G. intrarradices*. Sin embargo, la colonización de las raíces por *G. hoy-like* mostró una mayor permanencia, ya que a diferencia de las demás cepas, su efecto se prolongó hasta el período de menor precipitación. En el segundo año ninguna de las cepas inoculadas influyó en los porcentajes de colonización y densidad visual del pasto. El tratamiento testigo, el cual reflejó el nivel de ocupación de los HMA nativos presentes en el suelo donde se realizó el experimento, mostró muy bajos porcentajes de colonización y densidad visual, tanto en el primero como en el segundo años. Resultados similares encontró Calderón (2006) al estudiar el efecto de diferentes cepas de HMA en las estructuras micorrizicas de pasto guinea (*Panicum maximum*, cv. Likoni) cultivado en condiciones edafoclimáticas semejantes, reportando altos niveles de colonización y densidad visual y una mayor permanencia de la simbiosis con la inoculación de *G. hoy-like*.

Durante el primer año, los mayores contenidos de nutrimentos en la biomasa del pasto se obtuvieron con la inoculación de la cepa *G. hoy-like*, cuyos valores difirieron ($P < 0.05$) de los observados en los demás tratamientos (Cuadro 2). La cepa

Cuadro 1. Efectos de las cepas de HMA en las estructuras micorrizicas del cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061).

Tratamientos	Primer año				Segundo año	
	Periodo lluvioso		Periodo menos lluvioso		Periodo lluvioso	
	Colonización (%)	DV (%)	Colonización (%)	DV (%)	Colonización (%)	DV (%)
Testigo	17.9 c*	1.73 c	9.9 b	0.79 b	18.5	1.78
<i>G. hoy-like</i>	63.2 a	4.61 a	24.5 a	1.82 a	19.1	1.82
<i>G. mosseae</i>	38.9 b	3.09 b	10.1 b	0.81 b	18.4	1.77
<i>G. intrarradices</i>	62.9 a	4.52 a	10.5 b	0.83 b	19.2	1.80
ES	3.3	0.25	1.9	0.13	2.2	0.2

* Promedios seguidos de letras similares no difieren significativamente ($P < 0.05$) según prueba de Tukey.

G. intrarradices también incrementó ($P < 0.05$) los contenidos de N, P y K, pero su efecto se observó sólo en el período lluvioso, en tanto que *G. mosseae* no afectó los contenidos de nutrientes de la biomasa en ninguna de las épocas evaluadas. En el segundo año las cepas de HMA no afectaron los contenidos de nutrientes de la biomasa del pasto.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Saif (1987) quien al evaluar el efecto de la inoculación de HMA en numerosas gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales, observó que las plantas con mayores porcentajes de colonización radical presentaron los contenidos más altos de P, N, K, Ca y Mg en la biomasa. Al respecto, varios autores han planteado que la inoculación de cepas efectivas de HMA incrementa la absorción y traslocación de los nutrientes esenciales a partir de las modificaciones morfológicas y fisiológicas que se producen en las raíces, las cuales incrementan la superficie de contacto con el suelo y su capacidad para acceder a elementos que se encuentran en formas menos disponibles para las plantas (Sieverding, 1991; Smith et al, 2003; Kavanova et al., 2006).

En la Figura 1 se incluye la participación de la micorrización, inducida por la inoculación de las cepas de HMA, en la extracción de nutrientes del pasto durante el primer año de establecimiento. Como puede observarse, la cepa *G. hoy-like* tuvo la mayor participación en la extracción de N, P y K, con índices que oscilaron entre 35% y 41% en el período lluvioso y entre 42% y 49% en el período menos lluvioso. *Glomus intrarradices* también incrementó estos índices entre 21% y 25% en la época de lluvia, pero fueron muy bajos en el período menos lluvioso. La cepa *G. mosseae* prácticamente no participó en la extracción de nutrientes por la gramínea.

En el tratamiento de inoculación con *G. hoy-like*, el cual reflejó de un modo más claro la participación de la micorrización en la extracción de nutrientes, los porcentajes de N, P y K absorbidos fueron altos y más o menos similares, aunque se observaron ligeras diferencias a favor del P. Además, resulta interesante destacar que los tenores de P y K en el suelo fueron bajos y a juzgar por el contenido de MO, la disponibilidad de N también fue baja. Lo anterior corrobora la teoría de Ruiz (2001) y Ryan et al. (2003) de que la micorrización, más que favorecer la absorción de determinado elemento, incrementa la absorción de nutrientes en función de su disponibilidad en el suelo y los requerimientos de las plantas. Rubio et al. (2002) y Tanaka y Yano (2005) observaron que la micorrización inducida a través de la inoculación de cepas efectivas de HMA incrementó el acceso de las plantas a los diferentes nutrientes, pero sobre todo a aquellos cuyos contenidos en el suelo resultaron bajos.

En el Cuadro 3 se muestra la influencia de los tratamientos en la productividad del pasto y los índices de eficiencia de las cepas de HMA evaluadas. Durante el primer año, *G. hoy-like* produjo rendimientos de MS significativa-mente superiores ($P < 0.05$) a los demás tratamientos y en consecuencia, los mayores índices de eficiencia, tanto en el período lluvioso como en el menos lluvioso. *Glomus intrarradices* tuvo una menor efectividad y permanencia, como lo muestran los menores rendimientos e índices de eficiencia obtenidos con la inoculación de esta cepa, en comparación con los alcanzados con *G. hoy-like*, siendo su efecto evidente solamente durante la época de lluvia. La cepa *G. mosseae* no influyó en los rendimientos de la gramínea.

Cuadro 2. Contenidos de nutrientes en la biomasa (% MS) del cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061).

Tratamientos	Primer año						Segundo año		
	Período lluvioso			Período menos lluvioso			Período lluvioso		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Testigo	1.19 c*	0.18 b	1.24 c	1.33 b	0.19 b	1.27 b	1.23	0.18	1.25
<i>G. hoy-like</i>	1.45 a	0.24 a	1.42 a	1.49 a	0.23 a	1.42 a	1.21	0.19	1.23
<i>G. mosseae</i>	1.21 c	0.19 b	1.22 c	1.29 b	0.20 b	1.28 b	1.22	0.19	1.24
<i>G. intrarradices</i>	1.33 b	0.23 a	1.35 b	1.30 b	0.20 b	1.27 b	1.23	0.20	1.22
ES	0.04	0.01	0.04	0.05	0.01	0.06	0.03	0.01	0.04

* Promedios seguidos de letras similares no difieren significativamente ($P < 0.05$) según prueba de Tukey.

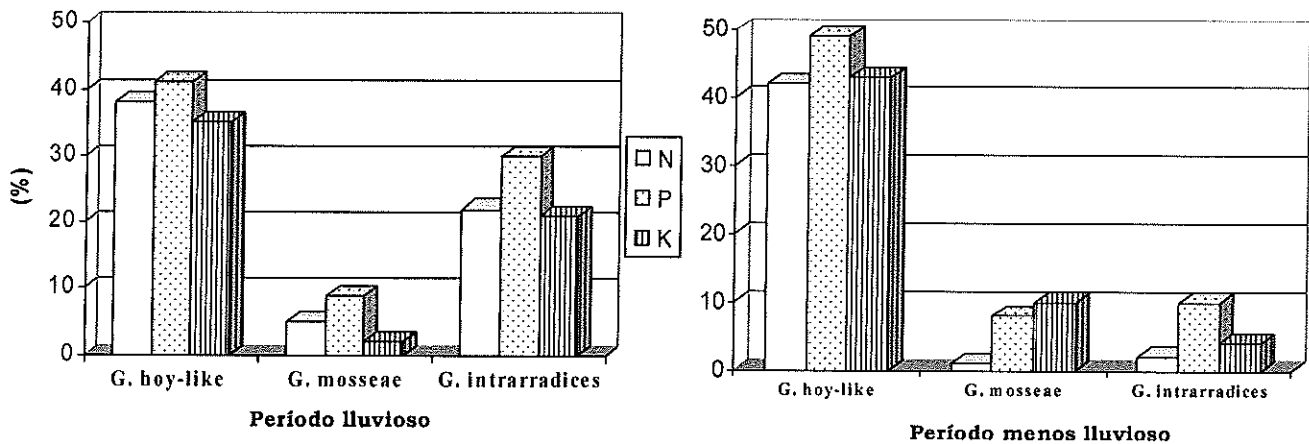


Figura 1. Participación (%) de la micorrización en la extracción de nutrientes del cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061) en períodos lluvioso y menos lluvioso.

En el segundo año todas las cepas, incluyendo *G. hoy-like* cuyo efecto en el pasto mostró una mayor permanencia, produjeron rendimientos similares al testigo sin inocular. Al analizar de manera integral los resultados obtenidos en este experimento, se constata que la respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Mulato a la inoculación de HMA dependió del tipo de cepa. *Glomus hoy-like* produjo los mayores porcentajes de colonización y densidad visual, los contenidos más altos de nutrimentos en la biomasa y los mayores rendimientos e índices de eficiencia; además, a diferencia de las otras cepas, su efecto persistió hasta 1 año después de su inoculación. Esto indica que entre las cepas evaluadas fue la más efectiva.

La influencia de *G. hoy-like* en la productividad de la gramínea estuvo relacionada con la mejora de su capacidad de absorción de nutrimentos, lo que fue evidente no solo por los altos niveles de colonización micorrízica que mostraron las plantas inoculadas con esta cepa, sino también por el

incremento de los contenidos de nutrimentos en la biomasa y su mayor participación en la extracción de nutrimentos del pasto. Estos resultados también demostraron la posibilidad de mejorar la simbiosis micorrízica y la productividad del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (CIAT 36061) en suelos con una baja micorrización natural, mediante la inoculación de cepas efectivas de HMA.

Conclusiones

- La respuesta de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato a la inoculación de HMA dependió del tipo de la cepa utilizada.
- *Glomus hoy-like* produjo los mayores porcentajes de colonización y densidad visual y los contenidos más altos de nutrimentos en la biomasa, así como los mayores rendimientos de MS e índices de eficiencia. Esta cepa tuvo una alta participación en la extracción de nutrimentos por la gramínea.

Cuadro 3. Rendimientos de MS del cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061) e índices de eficiencia (IE) de las cepas de HMA.

Tratamientos	Primer año				Segundo año	
	Período lluvioso		Período menos lluvioso		Período lluvioso	
	MS (t/ha)	IE (%)	MS (t/ha)	IE (%)	MS (t/ha)	IE (%)
Testigo	11.11 c'	—	2.37 b	—	12.11	—
<i>G. hoy-like</i>	14.83 a	33	3.65 a	54	11.93	4
<i>G. mosseae</i>	11.57 a	4	2.45 b	3	11.71	2
<i>G. intrarradices</i>	12.90 b	13	2.48 b	5	12.02	2
ES	0.39	—	0.12	—	0.29	—

* Promedios seguidos de letras similares no difieren significativamente ($P < 0.05$) según prueba de Tukey.

- El efecto de la cepa *G. hoy-like* se observó hasta durante el primer año de inoculación.

Resumen

En un suelo Nitisol Ródico Eutríco de la Empresa Pecuaria Genética Niña Bonita, en la provincia de La Habana, se realizó un experimento para evaluar la respuesta del pasto *Brachiaria híbrido* cv. Mulato (CIAT 36061) a la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Se estudiaron cuatro tratamientos (las cepas de HMA *Glomus hoy-like*, *G. mosseae* y *G. intrarradices* más un testigo sin inocular), los cuales se distribuyeron en un diseño cuadrado latino. El pasto se sembró en junio de 2005, en surcos separados a 70 cm y a chorrillo, con una dosis de 8 kg/ha de semilla total. Las cepas de HMA se aplicaron al momento de la siembra, por el método del recubrimiento de la semilla, mediante inoculantes certificados que contenían 50 esporas por gramo de sustrato. La respuesta del pasto a los HMA dependió de la cepa inoculada. *Glomus hoy-like* resultó la cepa más efectiva, al producir los mayores porcentajes de colonización y densidad visual, los contenidos más altos de nutrimentos en la biomasa y los mayores rendimientos de MS e índices de eficiencia. Esta cepa tuvo también la mayor participación en la extracción de nutrimentos y su efecto en el pasto se observó hasta un año después de su inoculación. Se demostró la posibilidad de mejorar la simbiosis micorrízica, el estado nutricional y la productividad del pasto *Brachiaria híbrido* cv. Mulato cultivado en suelos con baja micorrización natural, mediante la inoculación de cepas efectivas de HMA.

Summary

In an Eutric Rhodic Nitisol soil of the Genetic Breeding Enterprise "Niña Bonita", in Havana Province, Cuba, an experiment was carried out to assess the response of the *Brachiaria hybrid* grass cv. Mulato (CIAT 36061) to the inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). Four treatments were studied (the AMF strains *Glomus hoy-like*, *G. mosseae* and *G. intrarradices* plus a control without inoculation) distributed in a Latin square design. The pasture was sown in June, 2005, in rows 70 cm apart, at a

dosage of 8 kg ha⁻¹ of total seed. The AMF strains were applied at sowing through the method of covering the seed, with certified inoculants containing 50 spores per gram of substrate. Pasture response to the AMF depended of the inoculated strain. *G. hoy-like* was the most effective strain producing the highest micorrhyzal colonization and visual density percentages, the highest dry matter yields and efficiency indices. This strain had also the highest participation in nutrient extraction and its effect was observed up to one year after its inoculation. The possibility of improving mycorrhizal symbiosis, nutrient status and the productivity of *B. hybrid* cv. Mulato growing in soils with a low population of native AMF was demonstrated through the inoculation of effective AMF strains.

Referencias

- AOAC. 1990. Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis. 15 ed. vol. 1. Virginia. 648 p.
- Calderón, Maida. 2006. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno y hongos micorrizógenos arbusculares en pasto guinea (*Panicum maximum*, cv Likoni) cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Cuba.
- FAO. 1999. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informe sobre recursos mundiales de suelos. Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC) y FAO. 90 p.
- Fernández, F.; Gómez, R.; Martínez, M. A. y de la Noval, Blanca M. 2001. Producto inoculante micorrizógeno. Patente no. 22 641. Cuba.
- Giovanetti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular- arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84: 489-500.
- Grigera, G. y Oosterheld, M. 2004. Mycorrhizal colonization pattern under contrasting grazing and topographic

- condition in the flooding Pampa (Argentina). *J. Range Manag.* 57:601-605.
- Howeler, R. H., Sieverding, E. y Saif, S. R. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant Soil.* 10:77-81.
- Johnson, N. C., Rowland, D. L.; Corkidi, L.; Egerton, L. M. y Allen, E. B. 2003. Nitrogen enrichment alters mycorrhizal allocation at five mesic to semi-arid grassland. *Ecology* 84: 1895-1908.
- Kavanova, M.; Grimoldi, A. A.; Lattanzi, F. A. y Schnyder, H. 2006. Phosphorus nutrition and mycorrhiza effects on grass leaf growth. P status- and size-mediated effects on growth zone kinematics. *Plant Cell Environ.* 29:511-520.
- NRAG. 837-87. 1987. Suelos. Análisis químico. Reglas generales. Ciudad de la Habana: Minagri, Cuba.
- _____. 892-88. 1988. Suelos. Análisis químico. Reglas generales.—Ciudad de la Habana: Minagri, Cuba.
- Ojeda, L. J. 1998. Efecto de micorrizas vesículo arbusculares del género *Glomus* en la producción de leguminosas forrajeras promisorias de la cuenca pecuaria El Tablón. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes Escambray. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Cuba.
- Phillips, D. M. y Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Rivera, R. y Fernández, K. 2003. Bases Científico- Técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados. En: Rivera, R. et al. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. La Habana: 49- 94.
- Rubio, Rosa, Borie, F.; Schalchli, C.; Castillo, C. y Azcón, Rosario. 2002. Plant growth responses in natural acidic soil as affected by arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus sources. *J. Plant Nutr.* 25:1389-1405.
- Ruiz, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especie vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la región central de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.
- Ryan, M. H.; Mc Cully, M.E. y Huang, C. X. 2003. Location and quantification of phosphorus and other elements in fully hydrated, soil-grown arbuscular mycorrhizas: a cryo-analytical scanning electron microscopy study. *New Phytol.* 160:429-441.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizal in tropical agrosystems. *GTZ, Munich.* 371 p.
- Singh R; Kumar N. y Rana N. S. 2000. Response of rainfed guinea grass (*Panicum maximum*) to bio-fertilizers inoculation and nitrogen. *Indian J. Agron.* 45:205-209.
- Siqueira, J.O y Franco, A. 1988. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas. *Ciencias nos Tropicos Brasileiros. Serie Agronomía.*
- Smith S. E.; F. A. Smith y Jacobsen, Iver. 2003. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. *Plant Physiol.* 33: 16-20.
- Tanaka, Y. y Yano, K. 2005. Nitrogen delivery to maize via mycorrhizal hyphae depends on the form of N supplied. *Plant Cell Environ.* 28:1247-1254.
- Trouvelot, A.; Kough, J.: y Gianinazzi-Pearson, V. 1986. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. *Proc. 1st Eur. Symp. on Mycorrhizae: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae, Dijón. INRA, París.*

Teores de minerais na matéria seca de três gramíneas adubadas com fósforo

M.C.J. Belarrmino*, J.C. Pinto **, E. E. Mesquita ***, e R. Magalhães^φ

Introdução

O suprimento de nutrientes constitui-se em um importante fator na produção de forragem das pastagens, visto que estas são as principais fontes de alimento nos sistemas de produção animal brasileiro. Assim, a fertilidade do solo exerce grande influência na produção das forrageiras e, conseqüentemente, na exploração animal, sendo que as diversas modalidades de uso do solo obrigam a atividade pecuária ser mais eficiente e competitiva. Pesquisas como as de Corsi (1989), Corsi e Nussio (1992), Werner (1994), Macedo (1995) e Aguiar (1997) na área de fertilidade do solo, abordando a correção da acidez e níveis de adubação foram fundamentais para dar suporte à expansão do manejo no pastejo intensivo em diferentes condições de solo do Brasil, principalmente nas condições de Cerrado, com extensas áreas de pastagens que apresentam solos de baixa fertilidade. A construção da fertilidade do solo em fósforo (P) torna-se particularmente importante nos solos ácidos dos trópicos, uma vez que estes apresentam baixa disponibilidade natural e alta capacidade de adsorção e precipitação desse nutriente. Somado a esse fato, tem-se que a absorção de N pelas plantas é restringida pela deficiência de P (Novais et al., 1985; Novais e Barros, 1997). Andrew e Robins (1971) ao avaliarem o efeito da adubação fosfatada no crescimento e composição química de nove gramíneas forrageiras tropicais, entre elas o

capim-quicuí, verificaram aumento na produção de MS, nos teores dos minerais P, N e Mg, redução nos teores de K e constância nos teores de Ca e Na com as doses de P. Corrêa e Haag (1993) trabalhando com *B. brizantha*, *B. decumbens*, *A. gayanus* e *P. maximum*, verificaram que a adubação fosfatada promoveu aumentos significativos no conteúdo de P no tecido vegetal das espécies estudadas.

Assim, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a composição mineral das gramíneas *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu, *Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. Kazungula sob diferentes doses de P.

Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo, em área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Região Sul do Estado de Minas Gerais, no período de outubro de 2001 a dezembro de 2002, em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico, apresentando pH = 5.5, P = 0.9 mg/dm³, K⁺ = 19 mg/dm³, Ca⁺⁺ = 2 cmol_c/dm³, Mg⁺⁺ = 0.5 cmol_c/dm³, H⁺ + Al⁺ = 3.6 cmol_c/dm³, SB = 2.5 cmol_c/dm³, t = 2.7 cmol_c/dm³, T = 6.2 cmol_c/dm³, V = 41.5 %, M.O. = 2 dag/kg. Os tratamentos constituíram-se de quatro espécies de gramíneas (*P. maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Marandu, *A. gayanus* cv.

* Doutora Zootecnia pela UFLA, Lavras (MG), Brasil. michelabelarrmino@hotmail.com

** Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da UFLA, Lavras (MG), Brasil. josecard@ulfa.br

***Professor Adjunto do CCA da UNIOESTE, Mal C. Rondon (PR), Brasil. mesquita@unioeste.br

^φ Aluno de doutorado em Zootecnia da UFLA, Lavras (MG), Brasil.

Planaltina e *S. anceps* cv. Kazungula, daqui por diante referidas como mombaça, braquiário, andropogon e setária, respectivamente) adubadas com cinco doses de P (0, 40, 80, 120 e 240 kg/ha de P_2O_5) como superfosfato triplo. As doses de P foram aplicadas nos sulcos de plantio, com leve incorporação, por ocasião da semeadura. De acordo com os resultados da análise de solo, em outubro de 2001 foi feita a correção da acidez, utilizando 1.5 t/ha calcário, incorporando-o com grade 60 dias antes da implantação do experimento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em um esquema fatorial constituído pela combinação de quatro espécies e cinco doses de P.

O preparo da área para a implantação do experimento foi realizado no período de outubro a dezembro de 2001. O semeio das espécies foi feito em sulcos em 04/12/2001. Aplicou-se a lanço a adubação de cobertura com N (50 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio) e K (30 kg/ha de K_2O , na forma de KCl), após a germinação completa das sementes. Após cada corte era feita a adubação de manutenção, da mesma forma que foi feita após a germinação das sementes.

A forragem foi colhida manualmente com o auxílio do cutelo, a 10 cm de altura do solo na área útil da parcela delimitada com o auxílio de um quadrado de 1 m². Após cada corte era feito o corte das bordaduras com roçadeira costal motorizada, à mesma altura. Após o corte de cada parcela, o material colhido na área útil era pesado no próprio local, em balança do tipo dinamômetro e dele retirada uma amostra de cerca de 400 g de cada parcela. As amostras

foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55 – 60 °C até peso constante. Depois da pré-secagem o material foi pesado e moído em moinho tipo Willey com peneira de 30 mesh. Aproximadamente 2 g de cada amostra moída foram secos a 105 °C, a fim de corrigir a estimativa do teor de MS da forragem. As variáveis analisadas foram teores de P, K e Mg na MS das gramíneas. A composição química da forragem foi corrigida com base nesta determinação.

Resultados e discussão

Produção matéria seca

A quantidade de matéria seca MS produzida pode ser a explicação, de certa forma, de decréscimos ou aumentos nos conteúdos de minerais nesta, respectivamente, em razão da diluição ou da concentração nos tecidos. A produção MS e a densidade de perfilhos (DP) aumentaram de forma quadrática com a aplicação de P (Tabela 1) no primeiro corte, após o estabelecimento das forrageiras. O incremento na produção de MS dos capins no primeiro corte decorreu provavelmente de seu maior perfilhamento, pelo efeito da adubação fosfatada. MacIvor (1987) enfatizaram que o número de perfilhos é o aspecto que mais contribui na produção forrageira, sendo que a taxa de aparecimento e o tamanho das folhas pouco contribuíram na produção final. Observa-se (Tabela 1) que o maior coeficiente angular da equação para o cv. Mombaça demonstra maior resposta ao P. Para essa gramínea, na fase linear da equação de regressão, são estimados aumentos de 179 kg/ha de MS para cada kg/ha de P_2O_5 aplicado.

A obtenção de um ponto de máxima produção (Figura 1) por meio da derivação da equação não era esperada, pois as doses de P utilizadas são relativamente baixas, considerando a alta capacidade desse solo em fixar fósforo. Assim respostas lineares na produção de MS são mais comuns. Possivelmente, deficiências de outros nutrientes poderiam limitar a produção de MS, especialmente o potássio (K). Neste trabalho, com aumento das doses de P constatou-se redução dos teores de K na MS, em todas as forrageiras em todos os cortes fato que explica, parcialmente, a limitação da produção pela deficiência de K.

Cabe enfatizar que a limitação do crescimento da forrageira pela deficiência nutricional poderá conduzir a aumentos nos teores de determinados minerais. Por outro lado, minerais com alta concentração na MS, como o K, pode reduzir seus teores na MS em razão do efeito de diluição. Vários autores (Leite et al., 1996; Passos et al., 1997) têm atribuído ao efeito de diluição à redução nos teores de minerais na MS, pelo aumento na produção desta.

Fósforo

Os teores de P foram influenciados ($P < 0.01$) por gramíneas (G), doses de P (DP) e pela interação G x DP durante todo o período experimental. Como já era esperado, o teor de P aumentou em resposta à adubação fosfatada.

No primeiro corte observou-se que o efeito da interação G x DP foi melhor explicado por equações lineares positivas para as quatro espécies (Tabela 1). Os teores estimados de P na MS, na ausência da adubação fosfatada, foram de 0.14% para o cvs. mombaça e andropógon, 0.12% para braquiarião e 0.11% para setária. Estimam-se acréscimos nos teores de P na MS ($\text{kg}/\text{P}_2\text{O}_5$) de 0.0008% para mombaça e setária, 0.0009% para o braquiarião e 0.0007% para andropógon.

O mesmo comportamento foi observado por Rossi (1999) avaliando o crescimento e desenvolvimento do braquiarião e colômbia em função de doses de P e constatando que a adubação fosfatada incrementou a concentração de P nos tecidos dessas gramíneas. Na análise de regressão do segundo corte (Tabela 1) observou-se que o

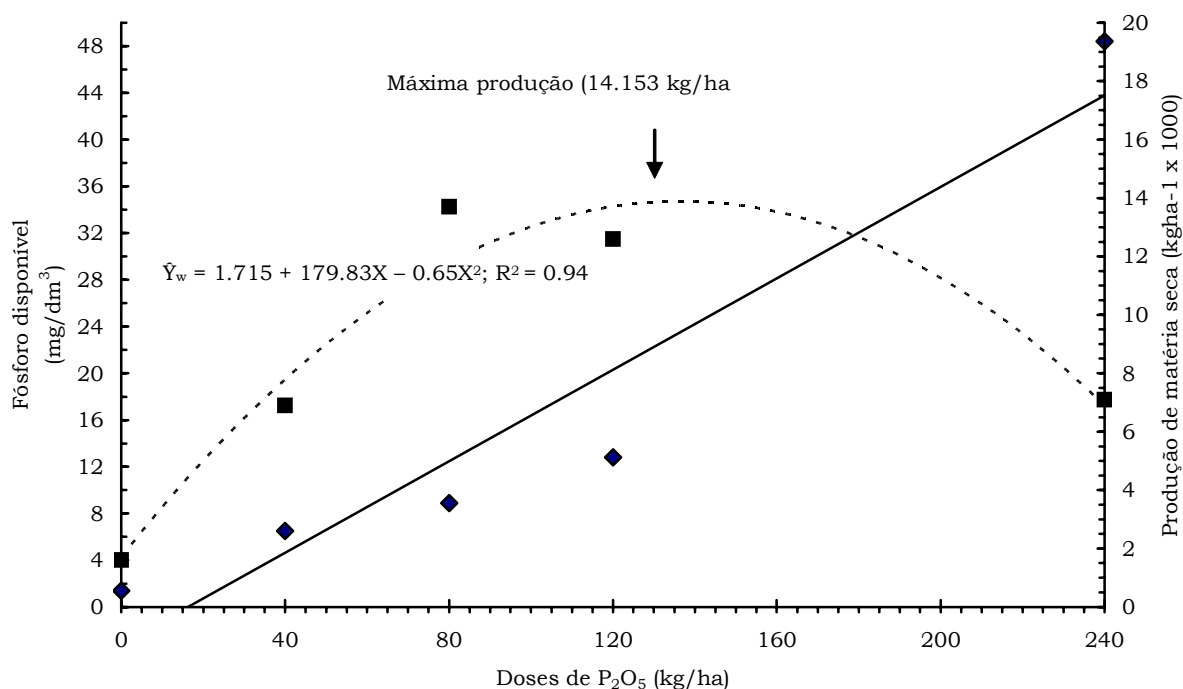


Figura 1. Produção de matéria seca (linha tracejada, ■) e teores de P disponível no solo (linha contínua, ◆), como variáveis dependentes de doses de fósforo (X), para o estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Latossolo Vermelho distrófico.

efeito da interação G x DP também foi explicado por equações lineares positivas para as quatro espécies. Os teores médios estimados de P na MS, na ausência da adubação fosfatada, foram de 0.12% para mombaça, 0.11% para braquiarião e setária e 0.14% para andropógon. Estimam-se acréscimos nos teores de P na MS (kg/P₂O₅) de 0.0006% para mombaça, braquiarião e setária e 0.0005% para andropógon. Andrew e Robins (1971) ao avaliarem o efeito da adubação fosfatada no crescimento e composição química de nove gramíneas forrageiras tropicais, verificaram aumentos nos teores de P, da mesma forma como o observado no presente estudo. Neste, o andropógon foi a gramínea que apresentou a maior concentração de P na MS.

Para o terceiro corte analisado (Tabela 1) observou-se o efeito da interação G x DP também foi melhor explicado por equações lineares positivas. Os teores médios estimados de P na MS das gramíneas, na ausência da adubação fosfatada, foram de 0.14% para mombaça, 0.12% para o braquiarião, 0.15% para o andropógon e 0.11% para setária. Estimam-se acréscimos nos teores de P na MS (kg/P₂O₅) de 0.0007% para o mombaça e andropógon, 0.0009% para braquiarião e 0.0008% para setária. Oliveira et al. (2004) avaliando o efeito da adubação fosfatada e regimes de corte na composição química do capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell) observaram que o teor de P na parte aérea das plantas foi positivamente influenciado pelas doses de P. O mesmo foi observado no presente estudo, pois as maiores doses de P proporcionaram os maiores teores de P na MS.

No quarto corte analisado também observou-se que o efeito da interação G x DP foi melhor explicado por equações lineares positivas (Tabela 1). Os teores médios estimados de P na MS, na ausência da adubação fosfatada, foram de 0.14% para mombaça e andropógon, 0.11% para braquiarião e 0.12% para setária. Estimam-se acréscimos nos teores de P na MS (kg/P₂O₅) de 0.0008% para mombaça e andropógon, 0.0009% para braquiarião e 0.0007% para setária. Costa et al. (1997b) avaliando o efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento e a composição química do cv. Centenário de *Panicum maximum* em casa de

vegetação, observaram que a mesma incrementou significativamente os teores de P. O máximo teor de P foi obtido com a aplicação de 70.8 mg/dm³ de P.

Embora esses valores estejam abaixo da exigência de vacas em lactação (0.34%) com 590 kg de peso vivo (PV), produzindo, em média, 20 kg/dia de leite com consumo médio de 3% do PV (NRC, 1988), estão adequados às exigências de bovinos de corte (0.19%) de 454 kg de PV consumindo cerca de 2.2% do PV (NRC, 1984).

Potássio

Os teores de K na MS das forrageiras foram significativamente influenciados pelos fatores gramínea (G) e doses de P (DP) durante todo o período experimental. No primeiro corte observou-se que os teores de K diminuíram linearmente com as doses de P aplicadas (Tabela 2). O teor estimado de K foi de 2.5% na ausência da adubação fosfatada, e estima-se uma redução de 0.003% de K na MS/kg de P₂O₅ aplicado.

Os teores de K encontrados nas gramíneas estudadas, tanto no período das águas como no segundo corte (após o período seco), atenderiam as exigências de vacas em lactação (0.90%) de 590 kg de PV com produção diária de 20 kg de leite, consumindo cerca de 3% do PV (NRC, 1988), e também as exigências nutricionais de bovinos de corte (0.65%) com 454 kg de PV, consumindo 2.2% do PV (NRC, 1984).

Na análise de regressão do segundo corte (Tabela 2) observou-se que os teores de K reduziram linearmente com o aumento das doses de P, com uma concentração estimada de 2.64%, na ausência de P, e uma redução também estimada de 0.004% de K/kg de P₂O₅ aplicado. Segundo Rajj et al. (1996) a faixa normal de K encontrado na parte aérea das gramíneas situa-se entre 1.5 e 3 na qual se enquadram perfeitamente os teores de K observados no presente estudo.

Para o terceiro corte analisado (Tabela 2) verificou-se que os teores de K diminuíram linearmente com a elevação das doses de P, apresentando uma concentração de 2.64% de K na MS das gramíneas, na ausência de P, e uma redução de 0.004% de K na MS/kg de P₂O₅ aplicado. Andrew e Robins (1971) ao avaliarem o efeito da adubação fosfatada no

Tabela 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²) dos teores de P (\hat{y} em %) na MS de Mombaça (\hat{y}_1), Braquiário (\hat{y}_2), Andropógon (\hat{y}_3) e Setária (\hat{y}_4) em função de doses de P₂O₅ (X, em kg/ha) nos diferentes cortes.

Cortes	Equações	R ² *
Corte 1	$\hat{y}_1 = 0.14 + 0.0008X$	0.82
	$\hat{y}_2 = 0.17 + 0.0009X$	0.81
	$\hat{y}_3 = 0.14 + 0.0007X$	0.82
	$\hat{y}_4 = 0.11 + 0.0008X$	0.78
Corte 2	$\hat{y}_1 = 0.12 + 0.0006X$	0.83
	$\hat{y}_2 = 0.11 + 0.0006X$	0.81
	$\hat{y}_3 = 0.14 + 0.0005X$	0.77
	$\hat{y}_4 = 0.11 + 0.0006X$	0.77
Corte 3	$\hat{y}_1 = 0.14 + 0.0007X$	0.79
	$\hat{y}_2 = 0.12 + 0.0009X$	0.82
	$\hat{y}_3 = 0.15 + 0.0007X$	0.79
	$\hat{y}_4 = 0.12 + 0.0008X$	0.79
Corte 4	$\hat{y}_1 = 0.14 + 0.0008X$	0.80
	$\hat{y}_2 = 0.11 + 0.0009X$	0.83
	$\hat{y}_3 = 0.14 + 0.0008X$	0.81
	$\hat{y}_4 = 0.13 + 0.0007X$	0.74

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de 't'.

crescimento e composição química de nove gramíneas forrageiras tropicais, também verificaram redução nos teores de K, corroborando os dados obtidos no presente estudo. De outra forma, Costa et al. (1997b) avaliando o efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento e composição química de *P. maximum* cv. Centenário, em casa de vegetação, observaram incrementos quadráticos dos teores de K, sendo o máximo teor de K obtido com a aplicação de 42.17 mg/dm³ de P.

No quarto corte também observou-se uma queda linear dos teores de K em resposta às doses de P, com 2.58% de K na ausência da adubação fosfatada, e uma redução de 0.0036%/kg de P₂O₅ aplicado (Tabela 1). Segundo Conrad et al. (1985) os teores de K geralmente encontrados nas plantas forrageiras variam de 1.5 a 2%, portanto, os resultados encontrados neste ensaio estão dentro e até mesmo acima do intervalo citado. Além disso, estes valores estão acima do requerido pelas plantas para um ótimo desenvolvimento, que segundo Epstein (1975) é de 1%.

Magnésio

Os teores de Mg foram influenciados (P < 0.01) pelos tratamentos gramíneas (G), doses de P (DP) e pela interação G x DP, durante todo período experimental. No primeiro corte observou-se que as quatro gramíneas apresentaram um comportamento linear positivo em resposta às doses de P (Tabela 3), com teores estimados de 0.20% para mombaça, andropógon e setária e 0.19% para braquiário, na ausência da adubação fosfatada. Estimam-se incrementos (kg/P₂O₅) de 0.0014% para mombaça, 0.0009% para braquiário e setária e 0.0010% para andropógon.

No segundo corte analisado observou-se que a equação linear positiva foi a que melhor explicou o comportamento das quatro gramíneas em resposta às doses crescentes de P aplicadas (Tabela 4). Os teores estimados de Mg na MS foram de 0.18% para mombaça e andropógon e 0.17% para braquiário e setária, na ausência de adubação fosfatada. Estimam-se incrementos (kg/P₂O₅) de 0.0008% para mombaça, 0.0006% para braquiário, 0.0005% para andropógon e

Tabela 3. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²) dos teores de Mg (\hat{y} em %) na MS de Mombaça (\hat{y}_1), Braquiário (\hat{y}_2), Andropógon (\hat{y}_3) e Setária (\hat{y}_4) em função de doses de P₂O₅ (X, em kg/ha) nos diferentes cortes.

Cortes	Equações	R ² *
Corte 1	$\hat{y}_1 = 0.20 + 0.004X$	0.84
	$\hat{y}_2 = 0.19 + 0.0009X$	0.81
	$\hat{y}_3 = 0.20 + 0.001X$	0.79
	$\hat{y}_4 = 0.20 + 0.0009X$	0.79
Corte 2	$\hat{y}_1 = 0.18 + 0.0008X$	0.85
	$\hat{y}_2 = 0.17 + 0.0006X$	0.89
	$\hat{y}_3 = 0.17 + 0.0005X$	0.90
	$\hat{y}_4 = 0.18 + 0.0004X$	0.85
Corte 3	$\hat{y}_1 = 0.20 + 0.0015X$	0.84
	$\hat{y}_2 = 0.19 + 0.001X$	0.81
	$\hat{y}_3 = 0.20 + 0.001X$	0.82
	$\hat{y}_4 = 0.19 + 0.001X$	0.83
Corte 4	$\hat{y}_1 = 0.20 + 0.002X$	0.83
	$\hat{y}_2 = 0.22 + 0.001X$	0.86
	$\hat{y}_3 = 0.20 + 0.001X$	0.85
	$\hat{y}_4 = 0.21 + 0.0009X$	0.80

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de 't'.

Tabela 4. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²) dos teores de K (\hat{y} em %) na MS de Mombaça, Braquiário, Andropógon e Setária em função de doses de P₂O₅ (X, em kg/ha) nos diferentes cortes.

Corte	Equação	R ² *
Corte 1	$\hat{y} = 2.50 - 0.003X$	0.99
Corte 2	$\hat{y} = 2.65 - 0.004X$	0.97
Corte 3	$\hat{y} = 2.64 - 0.004X$	0.95
Corte 4	$\hat{y} = 2.59 - 0.004X$	0.97

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de t.

0.0004% para setária. Cabe relatar que, a adubação fosfatada, além de aumentar os teores de P na forragem, pode melhorar os teores de Mg, prevenindo doenças metabólicas nos bovinos, especialmente tetânia das pastagens.

No terceiro corte observou-se que a equação linear positiva também foi a que melhor explicou o comportamento das quatro gramíneas em resposta às doses de P aplicadas (Tabela 3). Os teores estimados de Mg na MS foram de 0.21% para mombaça e 0.20% para braquiário, andropógon e setária, na ausência de adubação fosfatada. Esperam-se incrementos (kg/P₂O₅) de 0.0014% para mombaça, 0.0009% para braquiário e andropógon e 0.0010% para setária. Andrew e Robins (1971) também encontraram aumento no teor de Mg em função das doses de P aplicadas em *B. humidicola*.

O mesmo fato foi observado por Costa et al. (1997b) avaliando o efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento e composição química de *P. maximum* cv. Centenário, em casa de vegetação, segundo os quais a adubação fosfatada incrementou significativamente os teores de Mg, sendo o teor máximo obtido com a aplicação de 53.33 mg/dm³ de P.

Os teores de Mg encontrados no presente estudo estão bem acima daqueles adequados para o crescimento das gramíneas, os quais segundo Raij et al. (1996) situam-se entre 0.15 e 0.50% na MS. Do ponto de vista nutricional os teores de Mg encontrados atenderiam às exigências de vacas em lactação (0.20%) de 590 kg de PV, com produção média diária de 20 kg de leite,

consumindo cerca de 3% do PV (NRC, 1988), e também às exigências nutricionais de bovinos de corte (0.25%) com 454 kg de PV, consumindo 2.2% do PV (NRC, 1984).

No quarto corte os teores de Mg na MS foram positivamente influenciados pela interação G x DP, sendo melhor explicados pelo ajuste de equações lineares positivas (Tabela 3). Os teores estimados de Mg na MS das gramíneas são de 0.20% para mombaça e andropógon, de 0.22% para braquiário e de 0.21% para setária, na ausência da adubação fosfatada. Estimam-se incrementos (kg/P₂O₅) de 0.0014% para mombaça, 0.0010% para braquiário e andropógon e de 0.0009% para setária.

Conclusões

A adubação fosfatada proporcionou expressivos aumentos nos teores de P e Mg e redução dos teores de K na MS das gramíneas estudadas. Em sistemas intensivos de produção de forragem, com o uso de P e os demais nutrientes, recomenda-se o emprego das gramíneas *P. maximum* cv. Mombaça e *B. brizantha* cv. Marandu.

Resumen

En un Latosolo distrófico Rojo (LVd) del Departamento de Zootecnia de la Universidad Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, Brasil se evaluaron los efectos de dosis de P (0, 40, 80, 120 y 240 kg/ha de P₂O₅) en la producción de materia seca de la parte aérea (MSPA) y en el contenido de P en la materia seca de capim-mombaça (*Panicum máximum* cv. Mombaça), capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), capim-andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) y capim-setária (*Setaria anceps* cv. Nandi). Las dosis crecientes de P elevaron, de una manera lineal, los contenidos de P e Mg en la materia seca de las especies e una reducción en los contenidos de K. La producción de MSPA aumento, de una manera cuadrática, en función de las dosis crecientes de P, sin embargo las plantas que no recibieron P la producción de MSPA fue muy baja. Mombaça y Marandu fueron las forrajeras más eficientes en el uso de P, presentando las producciones más grande de MSPA, en la condición de manejo intensivo de producción de forraje, con aplicación adecuada de Ca, K y N.

Summary

The plot trial was carried out in red oxisoil, in Lavras (MG), Brazil, to evaluate the effects of P doses (0, 40, 80, 120 and 240 kg/ha of P_2O_5) on aerial dry matter yield (ADM) and phosphorus (P), magnesium (Mg) and potassium (K) percent in dry matter of mombaça grass (*Panicum maximum* cv. Mombaça), marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), andropogon grass (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) and setaria grass (*Setaria anceps* cv. Nandi). The increasing rate of P, applied in soil, increased linearly the P and Mg percent in dry matter of forages and decreased the K percent in dry matter. The ADM increased quadratically with increasing application of rate P, however the plants without application of P presented low yield of ADM. The mombaça grass and marandu grass were the forages more efficient in P use, with higher yield ADM, under intensive management of dry matter yield of forage, with N, P and K application.

Referências

- Aguiar, A. de P. A. 1997. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. En: Peixoto, A. M.; Moura, J. C. de; e Faria V. P. de (eds.) Fundamentos do pastejo rotacionado. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14. 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 85-138.
- Andrew, C. S. e Robins, M. F. 1971. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 22(5):693-706.
- Conrad, J. H.; McDowell, L. R.; Ellis, G. L.; e Loosli, J. K. 1985. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. Gainesville, Universidade da Flórida/Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional. 90 p.
- Corrêa, L.A. e Haag, H.P. 1993. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo Vermelho-Amarelo álico: Ensaio em casa de vegetação. *Scientia Agrícola* 50(1):99-108.
- Corsi, M. 1989. Manejo de pastagem. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba. 151 p.
- _____ e Nussio, L. G. 1992. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagem. 10. Anais... Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba. p. 87-115.
- Costa, N. de L.; Paulino, V. T.; e Rodrigues, A. N. A. 1997b. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento e composição química da forragem de *Panicum maximum* cv. Centenário. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., 1997b, Juiz De Fora. Anais... Juiz de Fora. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). 3:157-160.
- Epstein, E. 1975. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos. 341 p.
- Leite, V. B.; Monteiro, F. A.; e Werner, J. C. 1996. Influência da calagem e da fertilização com fósforo e molibdênio sobre o cultivo da associação green panic galáxia em solo de cerrado. *Bol. Ind. Anim.* 53:71-82.
- Macedo, M. C. M. 1995. Pastagens nos ecossistemas Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. En: Simpósio Sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros, 1995, Brasília. Anais... Brasília. Soc. Brás. Zoot. (SBZ). p. 28-62.
- McIvor, J.G. 1987. Phosphorus requirements and responses of tropical pasture species: native and introduced grasses and introduced legumes. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24(8):335-347.
- NRC (National Research Council) . 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6 ed. Washington, DC: National Academy of Science. 90 p.

- _____. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 1988. 6 ed. Washington, DC: National Academy of Science. 157 p.
- Novais, R. F. e Barros, N. F. 1997. Sustainable agriculture and forestry production systems on acid soils: phosphorus as a case-study. En: International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH. 4. Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte, MG: BSSS. p. 39-51.
- _____; Ferreira, R. P.; Neves, J. C. L.; e Barros, N. F. 1985. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fontes de fósforo. *Pesqu. Agrop. Brasil.* 20(7): 749-754.
- Oliveira, T. N.; Paz, L. G. da; Santos, M. V. F. dos; Dubeux Jr., J. C. B.; Ferreira, R. L. C.; Araújo, G. G. L. de; e Pires, A. J. V. 2004. Influência do fósforo e do regime de corte na composição química e digestibilidade in vitro do capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell). *Rev. Brasil. Zoot.* 33(6):2248-2255.
- Passos, R. R.; Faquim, V.; Curi, N.; Evangelista, A.R.; e Villa, M.R. 1997. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas em amostras de um Latossolo ácido. *Rev. Brasil. Zoot.* 26(2):227-233.
- Raij, B. V.; Silva, N. M.; Bataglia, O. C.; Quaggio, J. A.; e Hiroce, R. 1996. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. En: *Bol. Téc.* 100. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas (IAC). p. 263-273.
- Rossi, C. 1999. Nutrição em fósforo atividade da fosfatase ácida nos capins braquiária e colônia. Tese Doutorado em Zootecnia, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, SP. 121 p.
- Werner, J. C. 1994. Adubação de pastagem de *Brachiaria* spp. En: Peixoto, A. M.; Moura, J. C. de; e Faria V. P. de (eds.) *Simpósio Sobre o Manejo de Pastagens*, 11, 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 209-222.

Dinâmica do banco de sementes em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio sob pastejo rotacionado*

G. A. R. Macedo, F. M. Freire, M. C. M. Viana e H. M. A. Purcino**

Introdução

Estudos sobre dinâmica do banco de sementes em pastagens, nas condições brasileiras, revestem de importância pelo fato de grande parte delas estarem degradadas. Cerca de 80% das pastagens sob Cerrado apresentam algum grau de degradação (Macedo et al., 2000).

Resultados positivos de bancos de sementes têm sido obtidos em leguminosas em que a reserva de sementes assumiu relevância na persistência das pastagens consorciadas (Carvalho e Favoretto, 1995). Os referidos autores, em revisão sobre o assunto, concluíram que estudos nessa linha de pesquisa com gramíneas forrageiras tropicais seriam de vital importância para o entendimento dos processos de degradação e de proposição de métodos de recuperação. A persistência dos bancos de sementes é um fator importante neste processo e pode ser influenciada pelas condições climáticas, topográficas e de latitude (Ortega et al., 1997) e das características físicas das sementes (Degreef et al., 2002). O conhecimento da dinâmica do banco de sementes no solo pode contribuir para explicar a produtividade e a persistência das pastagens, estabelecendo práticas de manejo e adubação que possibilitem manter no solo uma reserva de sementes capaz de contribuir para a sustentabilidade do pasto.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do banco de sementes no solo em uma pastagem de *Brachiaria*

decumbens, recebendo diferentes doses de nitrogênio e em condições de pastejo rotacionado.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Santa Rita –EPAMIG, Prudente de Moraes (MG), Brasil, localizada a 19° 27' 15" latitude sul, 44° 09' 11" longitude oeste, a uma altitude de 732 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa. O clima característico da região é do tipo Aw, clima tropical mesotérmico úmido, com verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. A temperatura do mês mais frio é inferior a 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação média anual é de 1340 mm. O trabalho foi realizado em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, formada há cerca de 20 anos. Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg/há por ano de N), divididas em três aplicações iguais durante o período chuvoso (dezembro, janeiro e março). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. O experimento foi conduzido em dois períodos, sendo de novembro a maio (primeiro período – ano 1) e de dezembro a maio (segundo período –ano 2). As fontes de nitrogênio foram uréia no ano 1 e uréia e sulfato de amônio no ano 2. A parcela experimental foi constituída por piquetes de 0.438 ha, utilizados por vacas em lactação, em pastejo rotacionado. A carga animal foi ajustada a cada ciclo de pastejo, em função da disponibilidade de forragem,

* Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

** Pesquisadores EPAMIG, Fazenda Experimental de Santa Rita, Cx. P. 295, CEP.: 35.701-970, Sete Lagoas MG, Brasil, e-mail: geraldomacedo@epamig.br

resultando numa carga média de 3.2; 3.8; 4.4 e 5 vacas/ha para as quatro doses de nitrogênio, respectivamente, durante o primeiro período experimental. No segundo, as cargas foram as mesmas, exceto na dose mais alta de N que foi de 4.6 vacas/ha. Cada ciclo de pastejo compreendeu 2 dias de ocupação por piquete e 30 dias de descanso. No início do experimento foi feita uma adubação de manutenção correspondendo a 40 kg/ha de P_2O_5 , 40 kg/ha de K_2O e 40 kg/ha de FTE BR12. As fontes de fósforo e de potássio foram superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Para cada ciclo de pastejo, foram monitoradas a dinâmica do florescimento e do banco de sementes no solo por meio de amostragens realizadas antes da entrada dos animais no piquete. Estas amostragens aconteceram em novembro (1), janeiro (2), final de fevereiro/início de março (3), final de março/início de abril (4) e final de abril/início de maio (5), em cada período experimental, (anos 1 e 2), exceto a primeira amostragem (1), no segundo período (ano2), que foi em dezembro. Na avaliação da dinâmica do florescimento, para cada data de amostragem, foram amostrados 25 pontos por piquete, utilizando-se um quadro de 0.25 m², sendo contado o número de inflorescências. Para avaliação do banco de sementes no solo foram retiradas 25 amostras simples por piquete, utilizando-se de um amostrador em formato de cilindro, com 7 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. As amostras simples foram reunidas em amostras compostas, considerando-se três estratos: sobre mantilho (sementes caídas sobre a massa vegetal verde e/ou seca), de 0-5 e de 5-10 cm de profundidade do solo. As amostras simples por estrato foram reunidas em uma composta, por piquete, ao tempo de amostragem. As amostras compostas foram processadas manualmente e as sementes foram passadas em soprador para eliminação das chochas e armazenadas em condições ambiente para posterior teste de germinação em laboratório.

A análise estatística dos dados foi feita em separado para cada estrato e período experimental. Foram ajustadas equações de regressões para as variáveis medidas em função do tempo de amostragem. Para escolha do modelo matemático (linear ou quadrático), levou-se em consideração o

resultado do teste de 't' aplicado a cada coeficiente da equação.

Resultados e discussão

A evolução do número de inflorescência/m² é apresentada na Figura 1. Verificou-se efeito quadrático do número de inflorescência com o avanço do tempo de amostragem. Observa-se que nas condições de manejo adotado, com alta carga animal, com dois dias de pastejo por piquete e 30 dias de descanso, houve taxa de florescimento com ponto máximo estimado em 93 e 67 inflorescências/m², no primeiro e segundo períodos de amostragem (anos 1 e 2), respectivamente. Os picos máximos correspondentes ocorreram também respectivamente em final de fevereiro/início de março e meados de fevereiro. Verifica-se que os valores máximos de inflorescência e a concentração de florescimento foram maiores no primeiro período (ano 1), enquanto que no segundo (ano 2) estes valores foram menores, provavelmente pelo efeito do pastejo. Segundo Souza (2001) o número de perfilhos férteis passíveis de serem obtidos por unidade de área (no./m²) manejada para produção de sementes em *B. decumbens* pode atingir valores da ordem de 900.

Os tratamentos com diferentes doses de nitrogênio não tiveram efeito significativo sobre o número de inflorescência (n.o./m²). Por outro lado, é reconhecido que a adubação nitrogenada tem importante efeito na

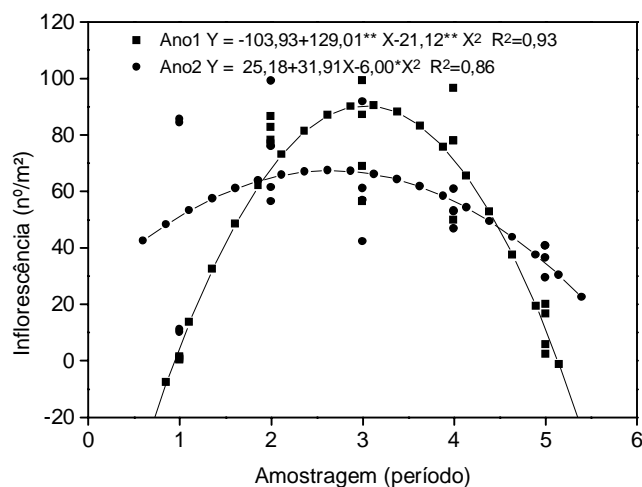


Figura 1. Evolução do número de inflorescência de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio, sob pastejo rotacionado, durante o período de amostragem (Ano 1 – nov./maio; Ano 2 – dez./maio).

produção de sementes de gramíneas forrageiras (Bogdan, 1977; Boonman, 1972; Carmo et al., 1988), com aumento do número de inflorescência por área (Cani, 1980; Hoyos et al., 1997). A ausência de resposta no presente trabalho provavelmente possa ser devido às épocas de aplicação das doses de nitrogênio que foram em dezembro, final de janeiro e início de março, coincidindo com a ocorrência do florescimento.

A evolução da quantidade de sementes sobre o mantilho é apresentada na Figura 2. Verificou-se efeito quadrático desta variável, com o avanço do tempo de amostragem. A quantidade máxima estimada no primeiro período (ano 1) ocorreu em meados de abril, propiciando um ingresso de 69.2 kg/ha de sementes sobre a massa vegetal da pastagem. No segundo período (ano 2) este valor foi inferior, sendo de 25.8 kg/ha de semente, no final de fevereiro.

Observa-se que o ingresso de sementes sobre o mantilho coincidiu com a época de floração e maturação e conseqüente queda natural das sementes. No primeiro período (ano 1) a quantidade de sementes manteve estável nos estratos de 0 - 5 cm e de 5 - 10 cm de profundidade, com valores médios de 47.9 kg/ha e 11.6 kg/ha, respectivamente. No segundo período (ano 2) este comportamento foi diferente, como mostrado na Figura 3.

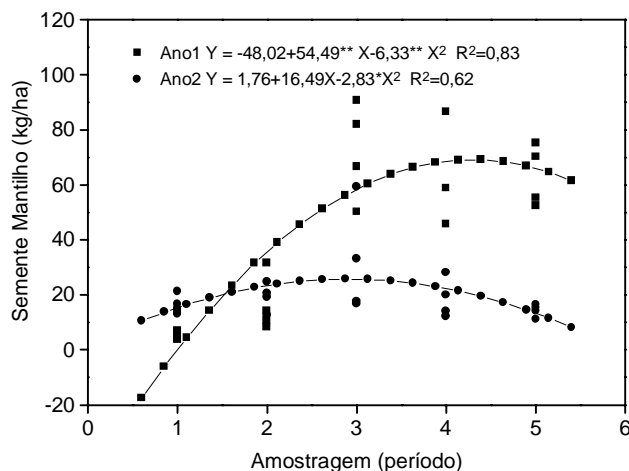


Figura 2. Evolução do peso de sementes de *Brachiaria decumbens* sobre o mantilho (kg/ha) adubada com nitrogênio, sob pastejo rotacionado, durante o período de amostragem (Ano 1 -nov./maio; Ano 2 -dez./maio).

Houve ingresso significativo de sementes no estrato de 0 - 5 cm de profundidade, com efeito linear crescente. O valor estimado no início da amostragem (dezembro) foi de 58.8 kg/ha e ao final (maio), 78.3 kg/ha, resultando num ingresso de 19.5 kg/ha de sementes. Ao contrário do primeiro período, em que não houve ingresso de sementes no estrato de 0 - 5 cm, parece que no segundo período o efeito do manejo da pastagem possibilitou o ingresso de sementes nos primeiros 5 cm do solo, resultante possivelmente do pisoteio animal. No entanto, em área de Pousio, Marchezan et al. (2003) não verificaram este efeito sobre a distribuição de semente no perfil do solo.

Outro fator relevante foi o ingresso de sementes sobre o mantilho, com significativa adição de sementes ao sistema. Incrementos em bancos de sementes no solo têm sido registrados em trabalhos com um ano ou mais de duração, conforme citações de Carvalho e Favoretto (1995). É importante considerar a necessidade de adoção de manejo que permita o florescimento e a formação de sementes da espécie forrageira, com vistas à sustentabilidade da pastagem. A massa vegetal da pastagem, a compactação e a textura do solo devem ser considerados como fatores restritivos ao enterrio das sementes. Quanto ao comportamento da semente na camada de 5 - 10 cm de

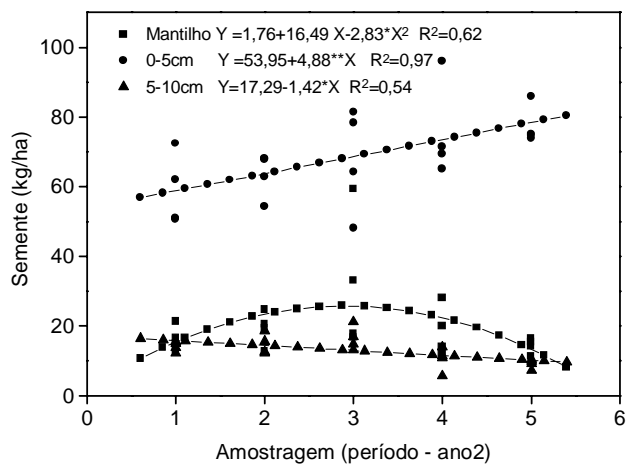


Figura 3. Evolução do peso de sementes (kg/ha) de *Brachiaria decumbens* nos estratos mantilho, 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade, adubada com nitrogênio, sob pastejo rotacionado, durante o período de amostragem (Ano 2 - dez./maio).

profundidade, observa-se que no segundo período (ano 2) houve efeito linear decrescente com a data de amostragem, reduzindo-se de 15.8 para 10.2 kg/ha de semente. O efeito linear decrescente pode ter advindo de possíveis modificações ambientais prevalentes nesta camada, contribuindo para a perda de peso por meio de alterações nas estruturas morfológicas das sementes. Por outro lado, considerando as condições de manejo adotadas no trabalho, é provável que o período experimental não tenha sido extenso o bastante para ocorrer ingresso de sementes em camadas de profundidade maiores que 5 cm.

Os tratamentos com diferentes doses (anos 1 e 2) e fontes (ano 2) de nitrogênio não apresentaram efeito significativo sobre a produção de sementes nos três estratos avaliados, seguindo o mesmo comportamento do florescimento. Os resultados de germinação (%) das sementes em laboratório, provenientes das amostragens no primeiro período (ano 1), apresentaram comportamento semelhante nos três estratos, havendo efeito quadrático com o avanço das datas de amostragem (Figura 4).

Os valores máximos estimados foram de 67%, 48% e 55% nos estratos sobre mantilho

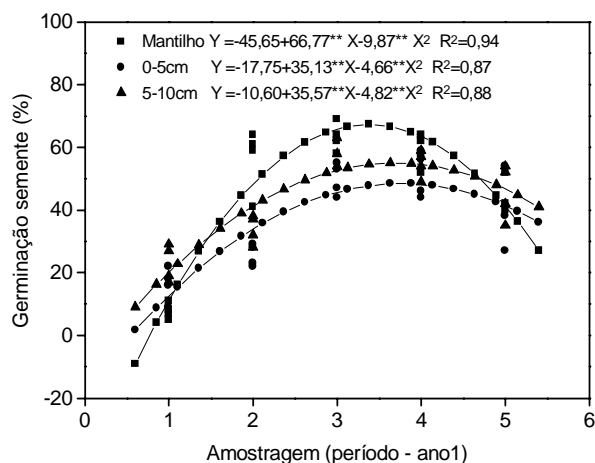


Figura 4. Germinação de sementes em laboratório (%), provenientes dos estratos mantilho, 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade, em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio, sob pastejo rotacionado, durante o período de amostragem (Ano 1 – nov./maio).

de 0 - 5 e 5 - 10 cm de profundidade, respectivamente. As datas de amostragens em que ocorreram os picos máximos de germinação aconteceram em meado/fim de março nos três estratos. No segundo período (ano 2) os resultados de germinação apresentaram efeito quadrático nos estratos sobre mantilho e 0 - 5 cm, com valores máximos estimados em 47% em final de março e 51% no início de abril, respectivamente. No estrato 5 - 10 cm o efeito foi linear crescente, atingindo 56% em maio. Em ambos períodos do trabalho (anos 1 e 2) a mais baixa taxa de germinação ocorreu nas sementes amostradas nos meses de novembro e dezembro, com valores estimados inferiores a 20% para os três estratos (Figura 5).

Provavelmente, as sementes amostradas nesta época foram oriundas de floradas anteriores e as condições ambientais não foram favoráveis à conservação das mesmas. Esta situação poderá interferir negativamente na emergência de plântulas, o que seria indesejável para a sustentabilidade do pasto. A esse respeito, Carvalho e Favoretto (1995) mencionam a questão da complexidade dos eventos associados ao banco de sementes no que diz respeito à dormência e longevidade destas.

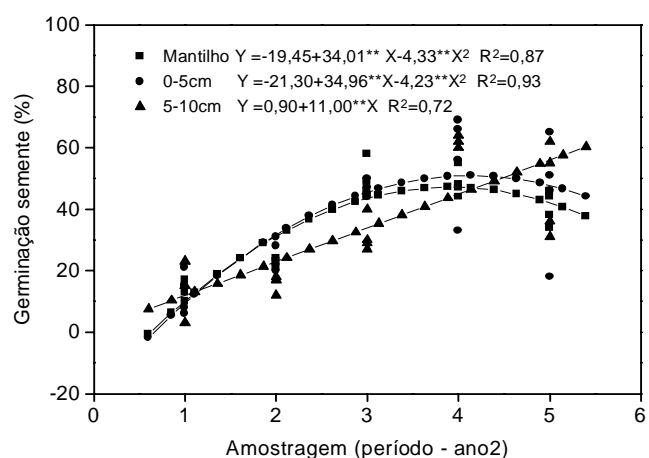


Figura 5. Germinação de sementes em laboratório (%), provenientes dos estratos mantilho, 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade, em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio, sob pastejo rotacionado, durante o período de amostragem (Ano 2 – dez./maio).

Conclusões

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

- Ocorreu processo dinâmico de florescimento, com queda natural da semente sobre a massa vegetal da pastagem de *B. decumbens*, apresentando maior intensidade no primeiro ano de adoção do sistema de pastejo rotacionado.
- A quantidade de semente nos estratos de 0 - 5 e 5 - 10 cm de profundidade do solo, permaneceu inalterada no primeiro ano de pastejo rotacionado, enquanto que no segundo ano ocorreram modificações.
- A adubação nitrogenada não afetou a dinâmica do banco de sementes.
- Houve modificação na qualidade da semente sobre mantillo, de 0 - 5 e de 5 - 10 cm de profundidade do solo, ao longo dos dois anos avaliados.

Resumen

En la hacienda experimental de Santa Rita-EPAMIG, en Prudente de Morais(MG), Brasil, se evaluó la dinámica del banco de semillas en pasturas de *Brachiaria decumbens*, con aplicación de dosis variables N (0, 100, 200, 300 kg/ha) en condiciones de rotacional. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres dosis de N y cuatro repeticiones. Las observaciones se hicieron en dos años diferentes en parcelas de 0.438 ha que eran utilizadas con vacas en lactancia con carga variable según la disponibilidad de forraje. Las observaciones sobre el banco de semillas (cantidad y tasa de germinación) fueron hechas sobre la masa vegetal a profundidades de 0 - 5 y 5 - 10 cm en el suelo. El N no afectó la cantidad de semillas en los bancos. En el primer período de muestreo (año 1) el pico de floración ocurrió al final de febrero e inicio de marzo, con reducción natural de semillas a mediados de abril. La cantidad de semillas permaneció estable en los estratos de 0 a 5 y de 5 a 10 cm de profundidad, con valores medios de 48 y 12 kg/ha, respectivamente. La tasa de germinación de las semillas fue similar sobre la superficie y en ambas profundidades en el suelo, con valores máximos a mediados y final de marzo estimados en 67%; 48% y 55%, respectivamente. En el segundo muestreo (año 2) el pico de floración y la caída de

semillas ocurrieron a mediados y final de febrero, respectivamente, con incrementos de 26 kg de semillas sobre el pasto. En ese período ocurrió un aumento significativo de la cantidad de semillas en el estrato de 0 - 5 cm, elevando de 59 para 78 kg/ha, a lo largo del período de muestreo; mientras que en el estrato de 5 - 10 cm el efecto fue decreciente con reducción de 16 para 10.2 kg/ha. En el segundo período, la tasa de germinación presentó valores máximos estimados en 47% sobre la masa vegetal al final de marzo y 5% en el estrato de 0 - 5 cm al comienzo de abril. En el estrato de 5 - 10 cm el efecto sobre la germinación fue decreciente y lineal, llegando a 56% en mayo. En ambos períodos la más baja tasa de germinación ocurrió en las semillas recolectadas en noviembre/diciembre, con valores estimados inferiores a 20% en los tres estratos.

Summary

The experiment was carried out on Santa Rita Experimental Farm /EPAMIG, Prudente de Morais (MG) Brazil. The objective of this research was to evaluate the soil seed bank dynamic of *Brachiaria decumbens* pasture fertilized with four nitrogen levels, under rotative grazing, during two years. The experimental design was a complete randomized block with four replications. The treatments were four nitrogen rates (0; 100; 200 and 300 kg/ha/year) and five sampling dates. The experimental plot were formed by a 0,438 ha paddock, grazed by milking cows. The stocking rate was adjusted according to forage availability. The dynamics of flowering, seed germination and the soil seed bank in the three soil profile layers (litter, 0-5 and 5-10 cm depths) were evaluated. No effect of nitrogen fertilization was observed on the variables evaluated. During the first sampling period (year 1), the flowering reached their maximum in the end of February/beginning of March with a natural seed drop in the middle of April with an increment of 69.2 kg/ha of seeds on the pasture vegetal mass. The seed amount was stable in the 0-5 and 5-10 cm soil layers with values of 47.9 and 11.6 kg/ha, respectively. Seed germination showed similar response in the three soil profile layers with the maximum seed germination occurring in the middle of March, with values of 67, 48 and 55 % for the litter, 0-5 and 5-10 cm soil layers,

respectively. In the second sampling period (year 2), the flowering and seed drop reached their maximum in the middle and in the end of February, respectively with a seed increment of 25.8 kg/ha on the pasture. In this year, there was a seed increase from 58.8 to 78.3 kg/ha in the 0-5 cm soil layer. At the same time, in the 5-10 cm soil layer a seed decrease from 15.8 to 10.2 kg/ha was registered during the sampling period. The seed germination presented maximum rates for seeds sampled in the litter in the end of March (47 %) and in the beginning of April (51%) in the 0-5 cm soil layer. There was a linear and crescent effect of seed germination in the 5-10 cm soil layer, reaching 56 % in May. In both periods the smallest germination rate occurred to seeds sampled in November/December, with values smaller than 20 % in the three soil layers.

Referências

- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Longman. Londres. 475 p.
- Boonman, J. G. 1972. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. The effect of fertilizers and planting density on *Chloris gayana* cv. Maarara. Neth. J. Agric. Sci. 20:218-24.
- Cani, P. C. 1980. Influência do nitrogênio, corte e épocas de colheita sobre a produção e qualidade das sementes do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf.). Tese MS Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG). 62 p.
- Carmo, M. A. do; Nascimento Jr., D.; e Mantovani, E. A. 1988. Efecto de la fertilización nitrogenada y la época de cosecha en la producción y la calidad de semillas de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Tropicales 10(2):19-22.
- Carvalho, P. C.; e Favoretto, V. 1995. Impacto das reservas de sementes no solo sobre a dinâmica populacional das pastagens. Informativo Abrates 5(1)87-116.
- Degreef, J.; Rocha, O. J. Vanderboght, T.; e Baudoin, J. P. 2002. Soil seed bank and seed dormency in wild populations of lima bean (Fabaceae): considerations for in situ ex situ consideration. Amer. J. Bot. 89:1644-1650. .
- Hoyos, P.; Molina, D. L.; e Vera, R. R. 1997. Efecto de la fertilización en el rendimiento de semilla de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero en la Altillanura colombiana. Pasturas Tropicales 19(2):35-39.
- Macedo, M. C. M.; Kichel, A. N.; e Zimmer, A. H. 2000. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico no. 62. 4 p.
- Marchezan, E.; Oliveira, A. P.; Ávila, L. A.; e Brundt, A., L. 2003. Dinâmica do banco de sementes de arroz –vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. Planta Daninha 21(1).
- Ortega, M.; Levassor, C.; e Peco, B. 1997. Seasonal dynamics of mediterranean pasture seed banks along environmental gradients. J. Biogeogr. 24(2):177.
- Souza, F. H. de. 2001. Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, Documentos no. 43 p.

Efecto de la sustitución de *Brachiaria dictyoneura* por *acacia mangium* sobre la fermentación ruminal *in vitro*

L. A. Giraldo*, M. J. Ranilla**, M. L. Tejido** y M. D. Carro**

Introducción

La población de bovinos en Colombia se estima en 28 millones de cabezas, de las cuales el 65% se encuentra en explotaciones de pequeños productores con sistemas de producción de doble propósito. Estos sistemas dependen en gran medida de los recursos forrajeros, los cuales presentan limitaciones nutricionales que restringen los índices productivos de los animales. El bajo contenido protéico de las gramíneas tropicales durante el año, pero especialmente durante la época seca, es una limitante importante para el funcionamiento del rumen y por ende de la productividad animal en sistemas de producción basados en especies forrajeras. Una alternativa a este problema es la utilización de leguminosas.

La leguminosa arbórea *Acacia mangium* se adapta bien a suelos ácidos y de baja fertilidad, cuando se asocia en sistemas silvopastoriles con la gramínea *Brachiaria dictyoneura*. Este sistema mejora la cantidad y la calidad nutritiva de la dieta en oferta, tiene mayor capacidad de carga animal y de reciclaje de nutrientes y en consecuencia, una mayor productividad animal (Giraldo, 2000). Estos beneficios son debidos a la mayor disponibilidad de nitrógeno que estimula la actividad y el crecimiento de microorganismos en el rumen (Carro y Miller 1999). Además, estos sistemas tienen un gran potencial para el mejoramiento de las condiciones ambientales, como resultado de la captura de carbono por la biomasa arbórea

debido al acelerado crecimiento de la *A. mangium* (Giraldo, 2004).

No existe información suficiente sobre las características de la fermentación ruminal producida cuando parte de *B. dictyoneura* es sustituida por *A. mangium* en la dieta de los animales. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue analizar las modificaciones de la fermentación ruminal *in vitro* resultantes de la sustitución de *B. dictyoneura* por cantidades crecientes de la leguminosa arbórea *A. mangium*.

Materiales y Métodos

Procedimiento experimental

Todos los substratos fueron recolectados en fincas productoras con sistema doble propósito en la zona del bajo Cauca, en el departamento de Antioquia (Colombia) y con ellos se elaboraron cuatro dietas diferentes basadas en la sustitución de *B. dictyoneura* por *A. mangium* en distintas proporciones. Las dietas, en base seca, consistieron en *B. dictyoneura* (braquiaria -B) solo (B100) o en mezcla con *A. mangium* (acacia) en proporciones 80:20 (B80), 70:30 (B70) y 60:40 (B60).

Para la elaboración de las dietas, las muestras de *B. dictyoneura* y *A. mangium* fueron molidas (1 mm) antes de proceder a su fermentación *in vitro* con líquido ruminal. Para el efecto, se pesaron 400 mg de MS de cada dieta que se colocaron en recipientes

* Profesor e investigador del Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia. conisilvo@une.net.co

**Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León, España.

(botellas) de 120 ml de volumen procediendo a agregar 40 ml de una mezcla (1:4) de líquido ruminal y de un medio de cultivo para microorganismos anaerobios (Goering y Van Soest, 1970). Esta mezcla fue conservada a 39 °C y durante todo el proceso recibió la aplicación de CO₂. Como inóculo se utilizó líquido procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen que recibieron a voluntad un heno de gramíneas de buena calidad y 200 g de concentrado comercial al día. Los recipientes con la mezcla y el inoculante fueron cerrados herméticamente antes de ser introducidas en un incubador a 39 °C.

Se realizaron incubaciones durante 12 y 24 h de duración antes de medir los principales parámetros fermentativos. Después de 12 h de incubación se midió la cantidad de gas producido utilizando un medidor de presión y una jeringa graduada (Theodorou et al., 1994) y se tomó una muestra del mismo que fue transferida a un tubo de vacío de 10 ml (Venoject®) para determinar posteriormente su concentración en metano (CH₄). A continuación se abrieron las botellas, se midió el pH de su contenido y se tomaron muestras para analizar la concentración en ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco (NH₃), siguiendo el procedimiento descrito por Giraldo et al. (2005). Posteriormente, el contenido de cada botella se filtró a través de un crisol Pirex® provisto de una placa porosa (no. 1). Los crisoles se secaron en estufa a 100 °C durante 48 h y se pesaron para determinar la degradabilidad de la materia seca (DMS); en el residuo obtenido se analizó su contenido en FND para determinar la degradabilidad (DFND). Se efectuaron cuatro series de incubación en días no consecutivos, cada una con un inóculo ruminal diferente, de tal forma que se obtuvieron cuatro réplicas para cada dieta. En cada incubación se incluyeron tres recipientes o botellas que únicamente contenían la mezcla de líquido ruminal y el medio de cultivo (sin sustrato) para corregir los valores de producción de gas para la cantidad de éste producida como consecuencia de la fermentación de los sustratos añadidos con el inóculo.

En los recipientes que se mantuvieron 24 h se midió la cantidad de gas producido a las 12 h y se liberó al exterior tras obtener una muestra para analizar su concentración en metano. A las 24 de incubación se

procedió a la toma de muestras siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. Se efectuaron cuatro series de incubación en días no consecutivos, cada una con un inóculo ruminal diferente, de tal forma que se obtuvieron cuatro réplicas para cada dieta. En cada incubación se incluyeron tres recipientes sólo contenían la mezcla de líquido ruminal y el medio de cultivo (sin sustrato) para corregir los valores de producción de gas para la cantidad de gas producido como consecuencia de la fermentación de los sustratos añadidos con el inóculo.

Para el estudio de la cinética de producción de gas se realizaron incubaciones in vitro siguiendo el procedimiento descrito anteriormente y se midieron las cantidades de gas producidas a 3, 6, 9, 14, 22, 26, 31, 36, 48, 72, 96 y 120 h (Theodorou et al., 1994). Al final de la incubación (120 h) el contenido de cada recipiente fue filtrado a través de crisoles provistos de una placa porosa, los cuales se secaron en estufa a 100 °C durante 48 h antes de medir la DMS. Posteriormente, se colocaron en estufa durante 12 h a 550 °C, se pesaron de nuevo para determinar el contenido en cenizas del residuo de incubación y calcular la degradabilidad de la MO (DMO). Se efectuaron cuatro series de incubación en días no consecutivos y en cada una de ellas se incluyeron tres botellas sin sustrato para corregir los valores de producción de gas.

Los datos del volumen de gas producido durante la fermentación se ajustaron al modelo exponencial:

$$G = A(1 - e^{-c(t-lag)})$$

donde, G (ml) es la producción acumulada de gas después de un tiempo de incubación t ; A (ml) es la producción asintótica de gas; c (h⁻¹) es el ritmo fraccional de producción de gas y

lag (h) es el tiempo de retraso en el inicio de la producción de gas. El ajuste de los datos se realizó con el procedimiento NLIN del programa SAS (SAS, 2001). Posteriormente, se calculó el ritmo medio de fermentación (ml, gas/h) como $RMF = Axc / [2(\ln 2 + c \cdot lag)]$, el cual se define como el ritmo promedio de producción de gas entre el inicio de la incubación y el tiempo en cual la producción

acumulativa de gas alcanza el valor asintótico (France et al. 1993). Asimismo, se calculó la degradabilidad efectiva (DE) de la MO (DEMO) a partir de la fórmula propuesta por France et al. (2000) y considerando un ritmo de paso (K_p) de 0.04/h:

$$DEMO = \left[\frac{DMO_{120h \text{ incubación}} \times c}{c + k_p} \right] e^{(-c \times lag)}$$

Determinaciones analíticas y análisis estadístico

El contenido en MS de las muestras se determinó mediante secado de las muestras a 100 °C en estufa de aire forzado hasta alcanzar peso constante. El contenido en nitrógeno se determinó mediante el método Kjeldahl utilizando un equipo Kjeltex System 1002 (Tecator) y el contenido en PB se obtuvo multiplicando este valor por el factor 6.25. Los contenidos de FND y FAD se determinaron siguiendo la técnica secuencial descrita por Van Soest et al. (1991) y Goering y Van Soest (1970), respectivamente, utilizando un analizador ANKOM²²⁰ (ANKOM Technology Corporation, Fairport, USA).

La concentración de amoníaco se determinó mediante el método colorimétrico con un espectrofotómetro (Amersham-Biosciences® Ultrospec 500 pro) a una longitud de onda de 650 nm. La concentración en AGV (acético, propiónico, isobutírico, butírico, isovalérico y valérico) de las muestras se midió mediante cromatografía de gases, en un cromatógrafo Pelkin Elmer Autosystem XL equipado con un inyector automático, un detector de ionización de llama y una columna semicapilar TR-FFAP de 30 m x 0.53 mm x 1 µm (Supelco, Barcelona, España). La concentración de metano se determinó por cromatografía de gases, empleando un

cromatógrafo Shimadzu GC-14B equipado con un detector FID, una columna empacada de CarboxenTM 1000, 45/60, de 2 m x 1/9" (Supelco, Barcelona, España) y helio como gas portador con un flujo de 24 ml/min.

Para cada tipo de incubaciones, los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza en el que los efectos principales fueron la dieta y el inóculo ruminal. Cuando se detectó un efecto significativo ($P < 0.05$) las diferencias entre dietas se analizaron mediante la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el procedimiento ANOVA del programa SAS (SAS, 2001).

Resultados y Discusión

La acasia contenía 11.2% de proteína bruta (PB), 50.3% de pared celular (FND), 37.2 % de taninos condensados solubles y 2.7 % de taninos insolubles. La composición química de las dietas se presenta en el Cuadro 1. En general, los contenidos de PB, materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) en las dietas fueron similares. La inclusión de cantidades crecientes de acacia en las dietas produjo un aumento de su contenido en PB y una disminución del contenido en FND, en comparación con la dieta B100. Por el contrario, el contenido en FAD fue mayor en las dietas que contenían acacia (B80, B70 y B60) que en la constituida únicamente por *B. dyctioneura*.

Los resultados totales se presentan en el Cuadro 2; a las 12 h de incubación se observó un mayor ($P < 0.05$) pH final con las dietas que incluyeron acacia (B80, B70 y B60) en comparación con la dieta de solo braquiaria (B100). Sin embargo, no se

Cuadro 1. Contenido (% de la materia seca) en proteína bruta (PB), materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) de las dietas.

Dietas ^a	PB	MO	FND	FDA
<i>Brachiaria</i> solo (B100)	8.40	91.8	75.4	49.1
<i>Brachiaria:A. mangium</i> 80:20 (B80)	8.99	92.6	70.1	52.7
<i>Brachiaria:A. mangium</i> 70:30 (B70)	9.23	93.0	66.9	54.0
<i>Brachiaria:A. mangium</i> 60:40 (B60)	9.78	93.4	64.5	55.6

a. B100: *Brachiaria dyctioneura*; mezclas de *B. dyctioneura* y *A. mangium* en proporción 80:20 (B80), 70:30 (B70) y 60:40 (B60). Todas las mezclas se realizaron con base en materia seca

observaron diferencias ($P > 0.05$) entre dietas en la producción de gas y de metano, la concentración de amoníaco y la producción total de AGV.

La producción de propiónico fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento que incluyó el porcentaje más alto de acacia (B60) que en el resto de las dietas. Por otra parte, se detectaron diferencias en la producción de butírico entre las dietas B100, B80 vs. B70 y B60. Estos cambios en el perfil de AGV se manifestaron en diferencias en la proporción de acético/propiónico, que fue mayor ($P < 0.05$) para las dietas B100, B80 y B70 que para la dieta B60. Estos resultados coinciden con los obtenidos in vivo por Carulla et al. (2005), quienes al evaluar la suplementación de diferentes forrajes (ryegrass sólo, ryegrass + trébol rojo ó alfalfa sola) con 41 g de extractos de taninos (61% de taninos condensados/kg de la dieta) obtenidos de la leguminosa arbórea tropical *Acacia mearnsii*, observaron un aumento significativo de la concentración de propiónico y butírico y una disminución en la relación acético/propiónico. La DMO y la DFND fueron afectadas por la inclusión de acacia. La dieta B60 mostró los mayores valores de DMO ($P < 0.05$), mientras que todas las dietas que incluyeron acacia mostraron una DFND menor ($P < 0.05$) que la de la dieta de solo braquiaria (B100).

Los resultados de las incubaciones durante 24 h podrían aportar información más real y con mayores posibilidades de ser extrapolable a condiciones in vivo. En esta incubación el pH final de los cultivos fue menor ($P < 0.05$) para la dieta B100, comparado con las demás dietas (B80, B70 y B60), lo cual indicaría una mayor fermentación de la dieta con braquiaria sola que de las dietas que incluyeron acacia. De acuerdo con estos resultados, la fermentación de la dieta B100 produjo una mayor ($P < 0.05$) cantidad de gas que el resto de las dietas. Asimismo, se observó una disminución ($P < 0.05$) de la producción de metano/g de MO degradada en todas las dietas que incluyeron acacia, la cual fue del 19%; 24% y 22% para las dietas B80, B70 y B60, respectivamente. Este descenso en la producción de metano puede ser atribuible a los taninos presentes en *A. mangium*. Algunos resultados de experimentos recientes sugieren que los taninos podrían reducir la producción ruminal de metano en leguminosas de zonas

templadas (Waghorn et al., 2002) y con leguminosas tropicales (Hess et al., 2003; 2004).

Cuando se incluyeron diferentes niveles de acacia en sustitución de braquiaria, no se observó efecto en la concentración de acético y del propiónico ($P > 0.05$), pero se produjo una menor ($P < 0.05$) cantidad de butírico en la dieta con el mayor nivel de sustitución de acacia por braquiaria (B60); Estas modificaciones provocaron diferencias en la relación acético/propiónico, que fue mayor ($P < 0.05$) para las dietas que incluyeron acacia. Por otra parte, la inclusión de acacia provocó un aumento ($P < 0.05$) en la concentración de amoníaco, independientemente del porcentaje de inclusión. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Carulla et al. (2005), quienes encontraron disminuciones del 9% en la concentración de amoníaco debidas a la suplementación con taninos extraídos de *Acacia mearnsii*. Estos hallazgos contradictorios sugieren que los efectos de los taninos sobre los parámetros de la fermentación ruminal en forrajes tropicales pueden depender del tipo de leguminosa, de su nivel de inclusión, de la concentración de taninos en la misma, y de la actividad de los microorganismos ruminales.

La menor producción de gas y de metano observada para todas las dietas que incluyeron acacia en comparación con la dieta formada únicamente por braquiaria (B100) coincide con la menor ($P < 0.05$) concentración de DMO y DFND observada para estas dietas. La disminución de la degradabilidad fue más marcada en las dietas B80 y B70 (3.8 y 4 unidades porcentuales en el caso de la DMO y 6.5 para la DFND) que para la dieta B60 (2.6 y 3.1 unidades porcentuales para la DMO y la DFND, respectivamente). Estos resultados podrían deberse al efecto negativo de los taninos sobre la degradación de la fibra (Reed, 1995; Carulla et al., 2005) debido, posiblemente, a la reducción selectiva de las bacterias celulolíticas por los taninos condensados (McSweeney et al., 2001). Van Soest (1994) indica como las altas concentraciones de taninos condensados presentes en algunas leguminosas tropicales pueden tener efectos negativos en la digestibilidad, debido a la capacidad de estos para formar complejos con minerales y carbohidratos estructurales como la celulosa

Cuadro 2. Promedios de pH, producción de gas, metano y ácidos grasos volátiles (AGV), concentración de amoníaco y degradabilidad de la materia orgánica (DMO) y de la fibra neutro detergente (DFND) por la incubación in vitro de diferentes dietas con líquido ruminal durante 12 y 24 horas.

Tiempo	Dietas ^a				E.E.D. ^b
	B100	B80	B70	B60	
12 horas					
pH	7.08 b*	7.11 a	7.11 a	7.11a	0.014
Gas (ml)	4133	4186	4193	4165	51.7
Metano (mmol/g MO ^d)	364	381	391	375	14.4
Total AGV (mmol/g MO ^d)	292	251	252	308	39.6
Acético	207	181	182	215	13.2
Propiónico	58 b	53 b	55 b	72 a	5.7
Butírico	13.9 a	11.3 ab	10.8 b	14.3 ab	1.2
Otros ^c	13.6	5	4.4	6.7	1.4
Acético /Propiónico	3.5 a	3.4 a	3.3 a	3.0 b	0,035
Amoníaco (mg/l)	193	192	190	185	5,8
DMO (%)	18.7 b	17.1 b	17.2 b	20.5 a	0.59
DFND (%)	4.00 a	3.01 b	2.86 b	2.46 b	0.291
24 horas					
pH	7.02 b	7.11 a	7.15 a	7.15 a	0.022
Gas (ml)	3776 a	3676 b	3666 b	3658 b	26.0
Metano (mmol/g MO ^d)	508 a	408 b	382 b	392 b	19.9
Total AGV (mmol/g MO ^d)	480	394	379	403	97.6
Acético	329	282	274	288	153
Propiónico	120 a	84 b	82 b	90 b	12.2
Butírico	27.2 a	19.7 b	19.2 b	20.1 b	2.85
Otros ^c	3.8 c	4.9 a	4.2 b	4.6 b	0.46
Acético /Propiónico	2.7 c	3.3 a	3.2 a	3.1 b	0,002
Amoníaco (mg/l)	187 b	212 a	211 a	211 a	2,9
DMO (%)	23.8 a	20.0 b	19.8 b	21.2 b	0,91
DFND (%)	17.3 a	10.8 b	10.8 b	14.2 ab	1.79

* Valores promedios con diferente letra en la misma fila difieren ($P < 0.05$).

a. B100: *Brachiaria dictioneura*; mezclas de *B. dictioneura* y *A. mangium* en proporción 80:20 (B80), 70:30 (B70) y 60:40 (B40). Todas las mezclas se realizaron en base a materia seca.

b. E.E.D. = error estándar de la diferencia.

c. Isobutírico + isovalérico + valérico.

d. Materia orgánica degradada.

(Reed et al., 1982), los cuales en concentraciones moderados (2-4.5% de la MS) pueden disminuir la digestibilidad de la MS y de la proteína e incrementar la absorción de aminoácidos en el intestino delgado, pero en niveles altos (> 5.5% de la MS) pueden deprimir el consumo voluntario, la eficiencia digestiva y la productividad animal (Aerts et al., 1999; Barry y McNabb, 1999).

En el Cuadro 3 aparecen los parámetros de la cinética de producción de

gas; el ritmo fraccional de producción de gas (*c*) durante todo el tiempo de fermentación fue más rápido ($P < 0.05$) para B100, seguido de B80, pero más lento para las dietas B60 y B70, sin embargo el periodo prefermentativo (*lag*) resultó mas largo ($P < 0.05$) para las dietas con mayor sustitución de braquiaria por acacia (B60 y B70) y corto para el braquiaria con acacia al nivel del 20% (B80) o solo (B100), lo que incidió para que el ritmo promedio de producción de gas (*RMF*) entre el

Cuadro 3. Parámetros de la cinética de producción de gas durante la fermentación ruminal *in vitro* y la extensión de la degradabilidad efectiva de la MO (DEMO) de varias dietas basadas en *B. dictyoneura*-*A. mangium*.

Parámetro ^b	Dieta ^a				
	B100	B80	B70	B60	E:E.D. ^c
<i>A</i> (ml gas/400 mg de MS)	154.1 a [*]	103.9 b	79.3 bc	72.0 c	11.5
<i>c</i> (/h)	0.0140 b	0.0130 b	0.0184 a	0.0198 a	1.649
<i>lag</i> (h)	1.30 b	1.61 b	1.85 b	3.58 a	0.61
<i>RMF</i> (ml gas/h)	1.53 a	0.97 b	1.10 b	1.14 ab	0.186
<i>DEMO</i> (%)	16.6 a	12.5 b	15.2 a	15.3 a	1.108

* Valores promedios con diferente letra en la fila difieren ($P < 0.05$).

a. B100: pasto braquiaria; B80: mezcla 80:20 braquiaria/acacia mangium; B70: mezcla 70/20 braquiaria:acacia; B60: mezcla 60/40 braquiaria : acacia.

b. La definición de los parámetros aparece en el texto.

c. E.E.D.= Error estándar de la diferencia. ³Ver el texto para la definición de los parámetros.

inicio de la incubación y el tiempo en el que la producción acumulativa de gas alcanza el valor asintótico, fuera mayor para B100 y menor para B80. Los resultados de la cinética de producción de gas confirman el efecto de la sustitución de acacia por braquiaria en los patrones de fermentación ruminal, dependiendo del nivel de sustitución y del tiempo de fermentación.

El período prefermentativo varió dependiendo del tipo de dieta, así a mayor sustitución de acacia por braquiaria el tiempo de colonización de los microorganismos ruminales hacia la MO tendió a ser mayor, siendo muy superior ($P < 0.05$) en la dieta con el mayor nivel de sustitución (B60) debido, posiblemente, a la reducción del ataque de los microorganismos ruminales a las partículas nutritivas (McAllister et al., 1994), coincidiendo con la menor DFDN tanto a las 12 h como a las 24 h de fermentación *in vitro*.

En varios trabajos se han encontrado reducciones en la extensión y el ritmo de producción de gas en alimentos para rumiantes con altos contenidos de taninos condensados (Getachew et al., 2000; Frutos et al., 2002; Hervás et al., 2003), coincidiendo con los resultados en este trabajo con las dietas que incluyen acacia, especialmente al nivel de sustitución de 20% con la leguminosa arbórea *Acacia mangium* (B80). Finalmente la DEMO no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre las dieta B100, B70 y B60, aunque las dietas que incluyen acacia por encima del 20% de sustitución presentaron tendencia a disminuir la DEMO, debido posiblemente a la disminución del crecimiento microbiano y en su actividad

enzimática (McSweeney et al. 2001).

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la inclusión de *A. mangium* en dietas compuestas por *B. dictyoneura* puede reducir la producción de metano e incrementar la concentración de amoníaco, como consecuencia de modificaciones en los parámetros de la fermentación ruminal y en la cinética de la fermentación *in vitro* en largos períodos de tiempo. Sin embargo, estos efectos beneficiosos se ven acompañados de efectos negativos, como son una reducción de la degradabilidad de la dieta y de la producción de ácido propiónico a nivel ruminal.

Resumen

Se analizó la fermentación ruminal *in vitro* de cuatro dietas compuestas por pasto braquiaria (*Brachiaria dictyoneura*) sólo (B100) o mezclado con acacia (*Acacia mangium*) en proporción 80:20 (B80), 70:30 (B70) y 60:40 (B60). Se incubaron 400 mg de cada dieta con una mezcla de buffer y líquido ruminal durante 12 y 24 h para determinar los principales parámetros fermentativos. A las 12 horas de incubación, el pH al final fue mayor ($P < 0.05$) para las dietas B80, B70 y B60 respecto a la compuesta únicamente por braquiaria (B100). No se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre dietas en la producción de gas, metano, la concentración de amoníaco y la producción total de AGV. La producción de propiónico fue mayor ($P < 0.05$)

con la dieta B60 que con el resto de las dietas, pero la producción de butírico fue mayor en la dieta sin acacia (B100) que en las otras. A las 24 horas de incubación se observaron también diferencias entre las dietas. El pH final de la incubación fue más bajo ($P < 0.05$) para la dieta B100 comparado con el resto de las dietas, lo que concuerda con la mayor ($P < 0.05$) producción de gas en esta dieta. Se observó una disminución de la producción de metano ($P < 0.05$) en todas las dietas que incluyeron acacia, la cual fue del 5, 10 y 14% para las dietas B80, B70 y B60, respectivamente. No se observaron efectos de la inclusión de acacia en la dieta sobre la producción de acético ($P > 0.05$), pero se produjo una menor ($P < 0.05$) cantidad del ácido butírico en la dieta B60. La sustitución de braquiaria por acacia provocó un aumento ($P < 0.05$) en la concentración de amoníaco, independiente del porcentaje de inclusión de acacia, pero también redujo ($P < 0.05$) la DMO y la DFND respecto a la dieta compuesta únicamente por braquiaria (B100). Dependiendo del tipo de dieta se presentan cambios en la cinética y extensión de la fermentación ruminal *in vitro*. La inclusión de acacia en las dietas compuestas por braquiaria podría tener potencial en la reducción de la producción de metano, pero también ocasiona modificaciones desfavorables de la fermentación ruminal, como la disminución de la degradabilidad de la dieta.

Summary

The ruminal fermentation *in vitro* of four diets composed by grass braquiaria (*Brachiaria distachneura*) (B100) or only mixed with acacia (*Acacia mangium*) in proportion 80:20 (B80), 70:30 (B70) and 60:40 (B60) was analyzed; 400 mg were incubated of each diet with a buffer mixture and ruminal liquid during 12 and 24 h to determine the main ruminal parameters. To the 12 hours of incubation, pH in the end was greater ($P < 0.05$) for the diets B80, B70 and B60 with respect to the composed or only by braquiaria (B100). Differences ($P > 0.05$) between diets in the production of gas, methane were not observed, the ammoniac concentration of and the total production of AGV. The propiónico production was greater ($P < 0.05$) with the B60 diet that with the rest of the diets. The 24 hours of incubation differences between the diets were also observed. pH final of the incubation was lower ($P < 0.05$) for the B100 diet compared with the rest of the diets, which agrees with the greater ($P < 0.05$) production of

gas in this diet. A diminution of the methane production was observed ($P < 0.05$) in all the diets that included acacia, which was of the 5; 10 and 14% for the diets B80, B70 and B60, respectively. Effects of the inclusion of acacia in the diet on the production of acetic ($P > 0.05$) were not observed, but in all the diets with acacia was observed a minor ($P < 0.05$) production of acids propiónico and butyric. The substitution of braquiaria by acacia caused an increase ($P < 0.05$) in the ammoniac, independent the percentage of inclusion acacia, but also it reduced ($P < 0.05$) to the DMO and the DFND with respect to the compound diet solely by braquiaria (B100). Depending on the type of diet changes in kinetic and the extension of the ruminal fermentation *in vitro* appear. The inclusion of acacia in the diets composed by braquiaria could have potential in the reduction of the methane production, but also it causes unfavorable modifications of the ruminal fermentation, like the diminution of the degradabilidad of the diet.

Referencias

- Aerts, R. J.; Barry, T. N. y McNabb, W. C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosyst. Environ.* 75:1-12.
- Barry, T. N. y McNabb W. C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *Brit. J. Nutr.* 81:263-272.
- Carro, M. D. y Miller E. L. 1999. Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an *in vitro* semi-continuous culture system (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 82:149-157.
- Carulla, J. E.; Kreuzer, M.; Machmüller, A. y Hess, D. 2005. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Austr. J. Agric. Res.* 56:961-970.
- France, J.; Dhanoa, M.; Theodorou, M.; Lister, S.; Davies, D.; e Isac, D. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *Jour. Theor. Biol.* 163:99-111.

- France, J.; Dijkstra, J.; Dhanoa, M.; López, S.; y Bannink, A. 2000. Estimating the extent on degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation on models and other mathematical considerations. *Br. Tour. Nutr.* 83:143-150.
- Frutos, P.; Herbás, G.; Ramos, G.; Giráldez, F.; y Mantecón, A. 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 95:215-226.
- Getachew, G.; Makkar, H.P.; y Becker, K. 2000. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *Brit. J. Nutr.* 84:73-83.
- Giraldo, L. A.; Carro, M. D.; Ranilla, M. J.; y Tejido, M. L. 2005. Efectos de la aplicación de enzimas fibrolíticas sobre la fermentación ruminal *in vitro* de una mezcla de forraje y concentrado. *ITEA*. vol. extra 26:551-553.
- _____. 2000. Sistemas silvopastoriles, alternativa sostenible para la ganadería en Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Pronatta/Conisilvo. Medellín, Colombia.
- _____. 2004. Determinación y monitoreo de algunos servicios ambientales de sistemas silvopastoriles en Antioquia. Informe Técnico Final. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, División Nacional de Investigación (DINAIN).
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, Regents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook 379*. pp:1-20. ARS-USDA, Washington, D.C. USA.
- Hervás, G.; Frutos, P.; Giraldes, F. J.; Mantecón, A.; y Alvarez del Pino, M. C. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extracto in rumen fermentation in ewes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 109:65-78.
- Hess, H.D.; Monsalve, L. M.; Lascano, C. E.; Carulla, J. E.; Díaz, T. E.; y Kreuzer, M. 2003. Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and *Sapindus saponaria* fruits: effects on *in vitro* ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. *Austr. J. Agric. Res.* 54:703-713.
- _____; Valencia F. L.; Monsalve, L. M.; Lascano, C.; y Kreuzer, M. 2004. Effects of tannins in *Calliandra calothyrsus* and supplemental molasses on ruminal fermentation *in vitro*. *J. Anim. Sc. Tech.* 13, Suppl. 1:95-98.
- McAllister, T. A.; Bae, H. D.; Yanke, L. J.; Cheng, K. J.; y Mui, A. 1994. Effect of condensed tannins from birdsfoot trefoil on the endoglucanase activity and the digestion of cellulose filter paper by ruminal fungi. *Can. J. Microbiol.* 40:298-305.
- McSweeney, C. S.; Palmer, B.; Bunch, R.; y Krause, D. O. 2001. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *J. Appl. Microbiol.* 90:78-88.
- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenoles in forage legumes. *J. Anim. Sci.* 73:1516-1528.
- _____; McDowell, R.E.; Van Soest, P. J.; y Horvath, P. J. 1982. Condensed tannins: a factor limiting the use of cassava forage. *J. Sci. Food Agric.* 33 (3):213-220.
- SAS. 2001. SAS Systems Software, Version 8 for Windows SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Theodorou, M.; Williams, B.; Dhanoa, M.; McAllan, A.; y France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:185-197.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 1994. Second edition. Cornell University Press.
- _____; Robertson, J.B.; y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal.

Massa de forragem e dieta selecionada por bovinos em pastagens estabelecidas com e sem queima da vegetação secundária

A. K. V. Guimarães*, A. P. Camarão**, P. C. S. Bittencourt***, e J. A. Rodrigues Filho^φ

Introdução

Até 1990 estimava-se que existiam 20 milhões de hectares de vegetação secundária denominada de capoeira na Amazônia (Fearnside e Guimarães, 1996). No nordeste paraense as capoeiras ocupam cerca de 53 % dos ecossistemas dessa região (Alencar et al., 1996; Vieira, 1996). Vários estudos mostram a importância da vegetação secundária na estabilidade do sistema (Bandy et al., 1993; Caviedes, 1993; Sánchez et al., 1995; Grigg, 1995; Denich et al., 1998; Kanashiro, 1995) e o efeito da queima da fitomassa, sobre os estoques de nutrientes disponíveis aos ciclos (Viro, 1974; Kayll, 1974; Jordan, 1985; Sánchez et al., 1995; Hölscher et al., 1995).

Levantamento feito por Billot (1995) revelou que no nordeste paraense 40% dos estabelecimentos criavam gado, propriedades com 25 ha (60%) tinham maior quantidade de animais do que as menores propriedades. Azevedo et al. (1994) efetuaram levantamento dos sistemas de produção de gado de corte em 73 estabelecimentos nesta região, este revelou que a maioria dos produtores (97.3%) implantam as pastagens pelo método tradicional, ou seja, derrubada da capoeira, queima e plantio da forrageira. A gramínea mais utilizada (69% dos produtores) é o capim quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*).

Nas últimas décadas, a pecuária se tornou uma atividade importante nos sistemas de produção do pequeno produtor. O gado é utilizado como recurso complementar ou representa capital e o desempenho animal é bastante baixo (Siegmond-Schultze et al., 2003).

No método de preparo de área geralmente utilizado para formação de pastagem as operações de derruba e queima da vegetação comprometem a sustentabilidade do sistema. Segundo Sommer (2000) na queima de uma capoeira de 7 anos de idade na região Bragantina estimou-se uma perda de 21.5 mg/ha de C e 372 kg/ha de N. Também são perdidos 45% a 70% dos cátions menos voláteis, como K, Ca e Mg. Assim, o método de preparo de área para o uso da terra envolvendo o fogo, comumente provoca danos na qualidade do solo, que posteriormente irão se refletir na produtividade da pastagem.

Os efeitos deletérios das queimadas conhecidos, são: (1) injúria nas plantas pela remoção da parte aérea e esgota as reservas disponíveis para o crescimento; (2) deterioração na vegetação; (3) efeito adverso no conteúdo de água do solo, principalmente por reduzir a infiltração e elevar as perdas e a evapotranspiração; (4) aumenta as perdas por erosão, principalmente em terrenos

* Engenheira Agrônoma. MSc. Ciência Animal. andreavimente@yahoo.com.br

** Engenheiro Agrônomo. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Tv Enéas Pinheiro s/n, Belém, Pará, Brasil. camarao@cpatu.embrapa.br

*** Engenheiro Agrônomo. Doutorando da Universidade Federal Rural da Amazônia

^φ Engenheiro Agrônomo. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Tv Enéas Pinheiro s/n, Belém, Pará, Brasil. aderito@cpatu.embrapa.br

declivosos; (5) há perdas de nitrogênio orgânico, carbono e matéria orgânica; e (6) elimina insetos que são inimigos naturais de pragas (Cardoso, 2000).

Observações feitas nos Estados de Santa Catarina e Rio de Janeiro mostraram modificações na composição botânica da dieta de novilhos, como reflexo da modificação na composição forrageira, quando a queima foi utilizada no manejo de pastagens naturais (Mcgint et al., 1983). Nos últimos anos tem-se buscado alternativas e tecnologias que permitam o uso agrícola e/ou pecuário destas áreas de capoeiras, tais como o enriquecimento com espécies leguminosas (Brienza Jr., 1999), cultivos agrícolas sem queima (Kato et al., 2000) e a introdução do componente pastagem animal (Camarão et al., 2002) para tornar sustentável a utilização da capoeira.

A tecnologia da matéria orgânica (mulching) oriunda da capoeira, considerando suas características, o sistema vem sendo denominado coletivamente de plantio direto na capoeira. Os resultados mostraram que o sistema garante a regeneração da capoeira, por evitar danos no sistema radicular das espécies vegetais (Stevens, 1999), conserva a umidade do solo, menor temperatura do solo e amplitude de variação térmica (Silva et al., 2001), que flexibiliza a época de plantio.

No entanto, os nutrientes da matéria orgânica (MO) são mais lentamente liberados do que os nutrientes que estão contidos nas cinzas provenientes das queimadas, o que pode ser uma desvantagem para o estabelecimento mais rápido de pastagens de gramíneas forrageiras. A tecnologia da MO (mulch) oriunda da capoeira pode melhorar a sustentabilidade uso da terra, aumentando a MO do solo por longo tempo, visto que reduz a liberação de carbono para a atmosfera, devido à imobilização pelos decompositores (Denich et al., 1998). Já existem trabalhos com arroz, milho e mandioca, mostrando as vantagens da utilização da MO em relação ao sistema de derruba e queima (KATO, 2000). Esta tecnologia pode também ser aplicada na formação de pastagens.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a influencia dos métodos de estabelecimento de pastagens, na massa de forragem e na composição botânica da dieta consumida por bovinos em pastagens de quicuidá-amazônia (*Brachiaria humidicola*),

estabelecidas com queima e com a trituração da vegetação secundária (mulch), consorciadas com leguminosas.

Materiais e métodos

O experimento foi instalado numa área particular, na comunidade de Santa Luzia, no município de Igarapé-Açú, Pará (47° 30' W/ 1° 2' S), localizado a 110 km al este de Belém, no nordeste paraense. O solo é do tipo Latossolo Amarelo textura arenosa (Entisol). Na área experimental, o solo apresentou 146 g/kg de argila, 3 mmol_c/dm³ de Al e baixos teores de bases trocáveis. A cobertura vegetal era formada por uma capoeira de cerca de 10 anos de idade, anteriormente cultivada com lavoura de feijão, milho e mandioca.

O clima da área experimental é quente e úmido, do tipo Ami, conforme a classificação de Köppen: chuvoso, apresentando estação seca de 4 meses, de setembro a dezembro, com temperatura anual variando entre 25 °C e 27 °C, precipitação anual de aproximadamente 2500 mm, umidade relativa do ar de 84% e brilho solar de 195 h/mês (Bastos e Pacheco, 1999). A área experimental foi dividida em parcelas de 2650 m² (50 m x 53 m), com três repetições, sendo 18 unidades experimentais (piquetes), nove na área triturada e nove na área queimada. O trabalho constou de dois experimentos com dois tipos de preparo de área: um com queima e o outro com a trituração da vegetação secundária (Mulch), sendo estabelecidas as pastagens seguintes:

- QB = Capim quicuido (*B. humidicola*) + capim braquiarião (*B. brizantha*) cv. Marandu;
- QBAL = Capim quicuido + capim braquiarião consorciadas com as leguminosas araquís (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) + leucena (*Leucaena leucocephala*) cv. Cunningham;
- QBAC = Composta por capim quicuido + capim braquiarião consorciadas com as leguminosas *Arachis* + *Cratylia* (*Cratylia argentea*).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Foi realizada uma análise conjunta dos dois experimentos, sendo o fatorial dois métodos (queima e mulch), três (blocos) x dois (épocas) x três pastagens (QB, QBAC, QBAL). A taxa de lotação média nas pastagens foi de 0.44 UA/

ha, em pastejo rotacionado com 18 dias de ocupação e 36 dias de descanso.

As avaliações da massa de forragem e da composição botânica da dieta consumida por bovinos foram feitas no período experimental de 15/04/02 a 18/03/03. As coletas de fezes e de forragem foram realizadas a cada 18 dias. As amostragens de forragem foram feitas usando-se um quadro de madeira de 0.5 m² lançado ao acaso. Nas parcelas somente com gramíneas foram amostrados seis locais, enquanto que nas parcelas consorciadas foram amostrados 12 locais (seis nas faixas de gramíneas e seis nas faixas de leguminosas). A composição da dieta consumida pelos animais foi estimada através da análise microhistológica das fezes Sparcks e Malechek (1968) modificada por Scott e Dahl (1980). A determinação da composição botânica da dieta nas fezes dos animais constou de: (1) coleta de amostras de fezes no reto dos animais experimentais; (2) preparo de lâminas das fezes o que foi semelhante ao das lâminas de referência; e (3) leitura das lâminas de fezes.

Os dados da massa de forragem e composição botânica da dieta foram analisados estatisticamente pelo procedimento GLM (General Linear Model) do software SAS (Statistical Analysis System) versão 8.0.

Resultados e discussão

Massa de forragem

Em todo período experimental as massas médias de forragem foram (kg/ha de MS): massa total (3213 ± 946), folha de braquiarião (906 ± 543), colmo de braquiarião (632 ± 375), folha de capim quicuí (140 ± 184), colmo de capim quicuí (132 ± 189), leguminosa *A. pintoi* (117 ± 140), espécies da capoeira (438 ± 318) e material morto (849 ± 549).

O menor valor de massa de forragem de gramíneas, folha + colmo dos capins quicuí (600 kg/ha de MS) e braquiarião (428 kg/ha de MS), foram obtidos em dezembro de 2002. A quantidade de forragem se torna limitante quando atinge valores inferiores a 750 kg/ha de MS (Euclides V. e Euclides Filho, 1998). Assim, no presente trabalho verificou-se que a massa de matéria verde seca foi limitante somente em de 2002.

A massa total e de espécies da capoeira e material morto foram superiores no período

seco. A maior massa total de forragem pode ser explicada porque no período seco do ano as gramíneas se tornam mais fibrosas e menos palatáveis para o animal, há uma redução no consumo animal e esta forragem se torna senescente, isto acarreta um acúmulo de material morto nas pastagens. Com relação às espécies da capoeira, por possuírem sistema radicular pivotante conseguem manter-se verdes durante todo o período seco, o contrário do que ocorre com as gramíneas que apresentam menor massa nesse período, por isso as espécies da capoeira sobressaem neste período. A massa total torna-se elevada no período seco devido ao acúmulo de material morto, este fato foi verificado por Mendonça (2003).

A massa de colmo de capim braquiarião, de folha e colmo de quicuí não apresentaram diferenças entre as épocas. Estes resultados foram beneficiados pelo mulch, visto que a umidade até a profundidade de 20 cm do solo permitiu o desenvolvimento das plantas (Camarão et al. 2005).

A massa de folha de braquiarião e de araquís foram superiores no período chuvoso (Tabela 1). Estes resultados diferem dos encontrados por Camarão et al. (2002) que avaliaram a pastagem de capim braquiarião em pastejo rotacionado e não verificaram diferença entre épocas para folhas, somente para a disponibilidade de colmo de braquiarião, que foi superior na época seca e de material morto que foi superior no período chuvoso, no entanto, as condições de manejo eram

Tabela 1. Massa de forragem (kg/há de MS) em pastagens de *B. humidicola* e *B. brizantha* consorciada com leguminosas, sob dois métodos de preparo de área, nas épocas seca e chuvosa.

Massa de forragem	Época	
	Seca	Chuvosa
Total	3308.6 a*	3106.6 b
Folha de <i>B. brizantha</i>	746.2 b	1101.0 a
Colmo de <i>B. brizantha</i>	624.8 a	640.8 a
Folha de <i>B. humidicola</i>	135.9 a	144.8 a
Colmo de <i>B. humidicola</i>	133.2 a	131.5 a
<i>A. pintoi</i>	104.7 b	132.2 a
Espécies da capoeira	484.9 a	379.9 b
Material morto	1079.1 a	576.4 b

* Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

diferentes, como a taxa de lotação, os períodos de ocupação e descanso da pastagem e as pastagens foram adubadas com NPK. Os resultados do presente trabalho discordam dos encontrados por Mendonça (2003) quanto à massa de folha e colmo de *B. humidicola*, que foram superiores na época chuvosa.

As massas de folha e colmo de *B. humidicola* e de espécies da capoeira apresentaram valores superiores ($P < 0.01$) no método com queima, enquanto a massa total de folha e colmo de *B. brizantha*, da leguminosa *A. pintoi* e de material morto foram maiores no método sem queima (mulch) (Tabela 2).

A superioridade da massa de forragem verificada nas pastagens no método mulch, deve-se principalmente a melhoria da fertilidade dos solos em K, Na, Ca e Ca + Mg além do incremento de matéria orgânica na profundidade de 0 a 10 cm. Outro fator, que contribuiu, também, para a superioridade na massa de forragem é que até à profundidade de 20 cm o método de trituração da vegetação suplantou o método de corte e queima em umidade do solo, permitindo que as espécies se desenvolvessem até no período seco e conseqüentemente produzissem maior massa de forragem (Camarão et al. 2005).

A maior massa de capim quicuío no método com queima pode ser explicada pela rápida liberação de nutrientes contidos nas cinzas, enquanto a decomposição da MO é mais lenta (Kato et al. 2004). Como *B. humidicola* é

Tabela 2. Massa de forragem (kg/há de MS) em pastagens de *B. humidicola* e *B. brizantha* consorciada com leguminosas, sob dois métodos de preparo de área: mulch e queima.

Massa de forragem	Método	
	Mulch	Queima
Total	3289.4 a*	3070.8 b
Folha de <i>B. brizantha</i>	1094.2 a	717.5 b
Colmo de <i>B. brizantha</i>	760.4 a	503.7 b
Folha de <i>B. humidicola</i>	63.4 b	216.5 a
Colmo de <i>B. humidicola</i>	67.3 b	197.5 a
<i>A. pintoi</i>	127.7 a	106.1 b
Espécies da capoeira	355.3 b	520.2 a
Material morto	888.4 a	809.3 b

* Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

uma gramínea de hábito decumbente é provável que isso possa facilitar seu estabelecimento em áreas preparadas pela queima. A maior produção de forragem verificada em áreas submetidas à queima pode ser atribuída à eliminação da macega acumulada que pode dificultar o novo crescimento das plantas, pela menor incidência de luz nas gemas basais (Valentine, 1990).

A maior massa de espécies da capoeira no método com queima pode ser justificada pelo fato do fogo propiciar o aparecimento destas espécies. O fogo atua como elemento seletivo sobre a vegetação e estimula a rápida formação de brotos verdes, independente das chuvas, por meio do seu efeito de poda sobre estas plantas, que utilizam reservas armazenadas em seu sistema radicular (Coutinho, 1990). A queima influencia diretamente a produção de biomassa aérea das espécies, espécies cespitosas são prejudicadas e estoloníferas são favorecidas (Cardoso et al., 2000). Batmanian, 1983; Fontaneli e Jacques, 1988; Fontaneli et al., 1994 são autores que estudaram o efeito do fogo em pastagens.

Independente de métodos, as massas total, de folha e de colmo de braquiário e de material morto foram superiores na pastagem composta por gramíneas (QB). A massa de folha e colmo de quicuío e de araquis foram superiores na pastagem consorciada com as leguminosas *L. leucocephala* e *A. pintoi* (QBAL) e a massa de espécies da capoeira foi maior na pastagem consorciada com as leguminosas *C. argentea* e *A. pintoi* (QBAC) (Tabela 3). A variação da massa de forragem que ocorreu dentro das pastagens pode ser explicada pelo fato das leguminosas leucena e cratyliá não terem se estabelecido satisfatoriamente e a produção das gramíneas ter sido elevada. Quanto a isto, Late et al. (1994) demonstraram que em pastos consorciados a pressão de seleção exercida por bovinos sobre partes das gramíneas, especialmente folhas verdes, pode contribuir para a instabilidade dos componentes desta pastagem.

Composição botânica da dieta

A composição botânica da dieta apresentou diferenças significativas entre épocas ($P < 0.01$) para as percentagens de quicuío, braquiário e espécies da capoeira. Para método, a percentagem de leguminosa e de espécies da capoeira não diferiu. Para

Tabela 3. Massa de forragem (kg/há de MS) de pastagens de QB, QBAC, QBAL, sob dois métodos de preparo de área.

Massa	Pastagem		
	QB	QBAC	QBAL
Total	3640.5 a	3023.0 b	2977.5 b
Folha de <i>B. brizantha</i>	1179.5 a	804.5 b	733.6 c
Colmo de <i>B. brizantha</i>	818.8 a	566.2 b	511.0 c
Folha de <i>B. humidicola</i>	133.7 b	109.5 c	176.6 a
Colmo de <i>B. humidicola</i>	124.6 b	102.9 b	169.7 a
<i>A. pinto</i>	0.0 c	152.7 b	198.1 a
Espécies da capoeira	319.4 c	558.0 a	435.7 b
Material morto	1064.5 a	729.2 b	752.8 b

* Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste Duncan a 5% de probabilidade. QB = quicuío + braquiário, QBAC = quicuío + braquiário + araquis + cratylia, QBAL = quicuío + braquiário + araquis + leucena.

pastagens, não foram observadas diferenças significativas para percentagem de quicuío e de espécies da capoeira.

Durante o período de amostragens, as percentagens médias na composição botânica da dieta foram: capim quicuío = 30.86 ± 14.8 , capim braquiário = 54.24 ± 16.8 , leguminosa = 1.55 ± 2.01 e espécies da capoeira = 13.36 ± 11.35 . O valor máximo de capim quicuío verificado foi 78.41% e mínimo na ausência desta componente na dieta, de braquiário foi 89.03% e o valor mínimo de 18.60%. O valor máximo de leguminosa foi 7.69% e mínimo na ausência. A percentagem de espécies da capoeira na dieta obteve valor máximo de 48.11% e mínimo de 0.89%. Pode-se notar que o capim braquiário foi o mais consumido pelos animais, pois sua massa foi superior às demais componentes da pastagem durante todo período avaliado.

As percentagens de quicuío e de espécies da capoeira foram superiores na época seca da amostragem; enquanto a

percentagem de braquiário foi superior na época chuvosa (Tabela 4). Conforme Rubio et al. (2000) essas variações no consumo dos diferentes tipos de espécies da composição botânica da dieta refletem flutuações estacionais na seletividade de bovinos.

Pode-se observar que houve grande influência da massa de forragem na composição botânica da dieta, uma vez que, assim como a massa de *B. humidicola* e das espécies da capoeira foram superiores na época seca foram verificados maiores percentuais destes na composição botânica da dieta no mesmo período. Mudanças na composição botânica da dieta e do valor nutritivo da dieta sob pastejo rotacionado dependem da massa de forragem (Allison e Kothmann, 1979; Taylor et al., 1980) da taxa de lotação utilizada, do período de ocupação da pastagem com os animais (Ralphs et al., 1986) e da diversidade de espécies de plantas que compõem a dieta, tais como gramíneas, ervas e arbustos (Walker et al., 1989).

Tabela 4. Composição botânica da dieta (%) consumida por bovinos em pastagens de *B. humidicola* e *B. brizantha* consorciada com leguminosas, sob dois métodos de preparo de área, nas épocas seca e chuvosa.

Época	Quicuío		Braquiário		Leguminosa		Espécies da capoeira	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
Seca	33.19	0.65 a*	51.50	0.81 b	1.24	0.14 a	14.07	0.37 a
Chuvosa	27.94	0.55 b	60.49	0.91 a	1.60	0.14 a	9.98	0.32 b

Y = dados originais expressos em %. Z = dados transformados $\sqrt{Y+0.01}$.

* Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo Teste Duncan a 5% de probabilidade.

A menor massa de forragem verde no período seco levou ao aumento de percentuais de espécies da capoeira como componentes da dieta dos animais, isso pode ser explicado por que quando há abundância de forragem o animal pode exercer livremente suas preferências, entretanto, quando o suprimento de forragem decresce ele é forçado a ingerir material menos aceitável. Resultado semelhante foi obtido por Carvalho Filho et al. (1984) em trabalho realizado para a determinação da composição botânica selecionada por novilhos em pastagem consorciada de *Panicum maximum* cv. Colonião e soja perene (*Glycine* sp.).

Os maiores percentuais de gramíneas na composição botânica da dieta foram observados no período chuvoso, o que pode ser explicado pela maior proporção de folha e colmo na MS disponível nesse período. Esses resultados estão de acordo com Almeida et al. (2003) que estudaram a composição botânica da dieta em pastagens tropicais consorciadas e observaram maior consumo de *B. brizantha* no período de maior massa desta na pastagem. Rubio et al. (2000) em estudo realizado em Quintana Roo, Argentina, observaram maior contribuição de gramíneas na dieta de bovinos na época de maior precipitação pluviométrica.

As percentagens de quicuío foram superiores no método com queima, enquanto as de braquiarião foram superiores no método de derruba e trituração da vegetação (mulch) (Tabela 5). Isto se deve a maior massa dessas gramíneas nas pastagens.

Ao contrário do que se esperava, apesar da massa de forragem das espécies da capoeira ter sido maior na pastagem estabelecida pelo método com queima, isto não se refletiu em aumento no consumo

dessa componente na dieta dos animais. É possível que tenha havido influência de baixa taxa de lotação utilizada nas pastagens (0.44 UA/ha) e a oferta de forragem, que proporcionaram aos animais exercerem seletividade em pastejo.

Não houve diferenças significativas entre as pastagens para as percentagens de capim quicuío e de espécies da capoeira. As percentagens de braquiarião foram superiores nas pastagens de QB e QBAL e as de leguminosas foram superiores nas pastagens consorciadas com leguminosas QBAC e QBAL (Tabela 6). Isto pode ser explicado por que nas pastagens de QB havia maior massa de capim braquiarião, portanto, os animais ao praticar preferiram esta espécie. O consumo de leguminosas nas pastagens consorciadas é atribuído à leguminosa *A. pintoi* que foi a única que se estabeleceu, apesar de sua massa ter sido bem inferior ao que se tem obtido no Cerrado brasileiro (Barcellos et al., 2001).

As famílias e espécies da capoeira encontradas na composição botânica da dieta dos animais, nas épocas seca e chuvosa, são apresentadas na Tabela 7. Neste estudo foram encontradas 14 famílias e 23 espécies. Conforme era esperado houve maior frequência de espécies dicotiledôneas que monocotiledôneas da vegetação secundária e, segundo Cardoso et al. (2000) após a queimada há aumento de espécies dicotiledôneas. Das 23 espécies encontradas neste estudo, 11 foram observadas por Camarão (1990) em levantamento efetuado em pastagens cultivadas no município de Paragominas, PA, enquanto, Mendonça (2003) averiguou a presença de 32 espécies de 22 famílias de plantas da capoeira dentre as quais, no presente estudo, foram observadas 21 dessas espécies.

Tabela 5. Composição botânica da dieta consumida (%) por bovinos em pastagens de *B. humidicola* e *B. brizantha* consorciada com leguminosas, sob dois métodos de preparo de área: mulch e queima.

Método	Quicuío		Braquiarião		Leguminosa		Espécies da capoeira	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
Mulch	25.44	0.523 b*	61.05	0.92 a	1.35	0.141 a	12.15	0.342 a
Queima	36.31	0.646 a	49.85	0.79 b	1.45	0.142 a	12.4	0.345 a

Y = dados originais expressos em %. Z = dados transformados $\sqrt{Y+0.01}$.

* Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo Teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Composição botânica da dieta consumida por bovinos em pastagens de *B. humidicola* e *B. brizantha* consorciada com leguminosas, sob dois métodos de preparo de área: mulch e queima.

Pastagem	Quicuío		Braquiarião		Leguminosa		Espécies da capoeira	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
QB	30.0	0.571 a*	59.5	0.904 a	0	0.100 b	10.4	0.315 a
QBAC	29.4	0.572 a	54.7	0.846 ab	2.3	0.168 a	13.6	0.364 a
QBAL	33.2	0.610 a	52.1	0.818 b	1.9	0.156 a	12.82	0.352 a

Y = dados originais expressos em %. Z = dados transformados $\text{Arcseno } \sqrt{Y+0.01}$.

* Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo Teste Duncan a 5% de probabilidade.

QB = quicuío + braquiarião; QBAC = quicuío + braquiarião + araquís + cratylia; QBAL = quicuío + braquiarião + araquís + leucena.

As mais freqüentes na dieta pertenceram às famílias Rubiaceae (*Borreria verticilata*), Myrtaceae (*Myrcia deflexa* e *Myrcia bracteata*) e Cyperaceae (*Scleria pterota*) as primeiras apresentam hábito de crescimento arbóreo e a última é uma erva. Essas espécies são comumente encontradas nas

pastagens do nordeste paraense, principalmente no período seco do ano, quando ocorre sua maior incidência devido à redução na massa de forragem, da mesma forma como foi observado por Mendonça (2003).

Tabela 7. Espécies da capoeira mais freqüentes na composição botânica (%) da dieta de bovinos.

Espécies	Média (%)	Família	Hábito de crescimento	Grupo	Ciclo Fotossintético
<i>Borreria verticilata</i>	5.57	Rubiaceae	A	D	C ₃
<i>Myrcia deflexa</i>	1.78	Myrtaceae	A	D	C ₃
<i>Myrcia bracteata</i>	0.70	Myrtaceae	A	D	C ₃
<i>Scleria pterota</i>	0.56	Cyperaceae	E	M	C ₃
<i>Annona paludosa</i>	0.53	Annonaceae	A	D	C ₃
<i>Vismia guianensis</i>	0.46	Clusiaceae	A	D	C ₃
<i>Philantus nobilis</i>	0.33	Euphorbiaceae	A	D	C ₃
<i>Digitaria horizontalis</i>	0.33	Poaceae	E	M	C ₃
<i>Conarus perrotetti</i>	0.28	Connaraceae	A	D	C ₃
<i>Aegiphyla racemosa</i>	0.23	Verbenaceae	A	D	C ₃
<i>Pogonofora schomburgkiana</i>	0.23	Euphorbiaceae	A	D	C ₃
<i>Cordia exaltata</i>	0.20	Boraginaceae	A	D	C ₃
<i>Rolandra argentea</i>	0.19	Asteraceae	A	D	C ₃
<i>Solanum rugosum</i>	0.17	Solanaceae	A	D	C ₃
<i>Maximilia maripa</i>	0.10	Arecaceae	A	M	C ₃
<i>Bernadinea fluminensis</i>	0.08	Connaraceae	A	D	C ₃
<i>Rollinia exsua</i>	0.06	Annonaceae	A	D	C ₃
<i>Paspalum maritimum</i>	0.06	Poaceae	E	M	C ₄
<i>Lacistema pubescens</i>	0.04	Lacistemataceae	A	D	C ₃
<i>Memora flavida</i>	0.04	Bignoniaceae	T	D	C ₃
<i>Lecithis lurida</i>	0.04	Lecythidaceae	A	D	C ₃
<i>Guateria poepigiana</i>	0.02	Annonaceae	A	D	C ₃
<i>Andropogon bicornis</i>	0.02	Poaceae	E	M	C ₄

A= árvore ou arbusto; E= erva; T= trepadeira; M= monocotiledônea; D=dicotiledônea.

O consumo dessas espécies da capoeira foi baixo (cerca de 12.5%), comparado ao determinado por Mendonça (2003), no qual o consumo dessas espécies chegou a 45% da dieta. Considerando que as condições experimentais do trabalho de Mendonça (2003) foram distintas, com período de ocupação das pastagens de 21 dias e a taxa de lotação de 1.5 UA/ha, pode-se afirmar que o baixo de consumo de espécies da capoeira no presente trabalho pode ter sido afetado pela baixa pressão de pastejo, e que sob altas taxas de lotação esse consumo pode aumentar.

Apesar de ter havido baixo consumo de espécies da capoeira houve grande diversidade. Essas diferenças de espécies observadas devem-se a fatores como o preparo da área, estabelecimento e manejo das pastagens, além dos fatores climáticos e edáficos (Dantas; Rodrigues, 1980).

Conclusões

Considerando as condições experimentais e metodológicas utilizadas, pode-se concluir que:

1. O método de preparo de área influenciou na massa de forragem e na composição botânica da dieta.
2. Quando o capim quicuío foi submetido à área preparada através da queima da vegetação secundária apresentou melhor adaptação.
3. Quando o capim braquiário foi submetido à área preparada através da trituração da vegetação secundária obteve maior massa de forragem.
4. A leguminosa *A. pintoii* não apresentou boa persistência no período seco do ano, no entanto, teve melhor adaptação ao método mulch do que no de queima.
5. A pastagem formada por gramíneas (Quicuío + Braquiário - QB) proporcionou maior massa de forragem.
6. A variação na composição botânica da dieta da pastagem correspondente foi influenciada positivamente pela massa de forragem dos capins.
7. A composição botânica da dieta foi influenciada pela massa de forragem.
8. Os animais preferiram a gramínea braquiário que as demais componentes da pastagem (quicuío, leguminosas e espécies da capoeira).

9. No período seco do ano os animais buscam alternativas de alimentação (como as espécies da capoeira) para compensar a redução na massa de forragem das gramíneas.
10. As espécies da capoeira tiveram pouca participação na composição botânica da dieta dos animais devido a suficiente oferta de forragem.

Resumen

Entre abril de 2002 y marzo de 2003, en Igarapé-açú, Pará, Brasil, se evaluaron el volumen de la masa forrajera en oferta y la composición botánica de la dieta seleccionada por bovinos en pasturas de: (1) QB = *Brachiaria humidicola* + *B. brizantha* cv. Marandu. (2) QBAL = *B. humidicola* + *B. brizantha* + *Arachis pintoii* cv. Amarillo + *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. (3) QBAC = *B. humidicola* + *B. brizantha* + *A. pintoii* cv. Amarillo + *Cratylia argentea*. Se hicieron dos ensayos: con y sin quema de la vegetación nativa e incorporación del residuo en el suelo antes de la siembra de las forrajeras. La composición de la dieta consumida fue determinada cada 18 días por análisis histológico de heces de los animales recolectadas vía rectal al azar en las parcelas experimentales. Se encontraron diferencias estacionales en el volumen de la masa total de las especies y en la masa de hojas de *B. brizantha*, *A. pintoii* y de la vegetación secundaria. La masa total, hojas, tallos y materia muerta de *B. brizantha* fueron más altas en el tratamiento de gramíneas (QB). La masa de hojas y tallos de *B. humidicola* y *A. pintoii* fueron más altas en la pastura QBAL, mientras que la masa de la vegetación secundaria fue más alta en la pastura QBAC. El consumo de *B. humidicola* y vegetación secundaria fue más alta en la época seca, mientras que el de *B. brizantha* lo fue en la época de lluvias. El porcentaje de *B. humidicola* en la dieta fue más alto en el tratamiento de establecimiento con quema de la vegetación nativa, mientras que el *B. brizantha* lo fue en el tratamiento con incorporación de residuos de la vegetación en la siembra. Los porcentajes de *B. brizantha* fueron mayores en los tratamientos QB y QBAL y el de leguminosas en los tratamientos QBAC y QBAL. El método de establecimiento de las pasturas afectó el volumen y la composición de la dieta seleccionada por los bovinos.

Summary

It was carried out a study in the city of Igarapé-açu, Pará State, Brazil, with the objective to evaluate the mass of forage and botanical composition of bovine diet on pasture of braquiarião grass and quicuío grass, with the association of legums *Arachis pintoii*, *Cratylia argentea* and *Leucaena leucocephala* with and without burning of the secondary vegetation. The area was divided into plots, with three repetitions. Two experiments were realized, one with burning and another with mulching. Three pastures were tested for each experiment: 1. QB - *B. humidicola* + *B. brizantha* cv. Marandu. 2. QBAL - *B. humidicola* + *B. brizantha* + *A. pintoii* cv. Amarelo + *L. leucocephala* cv. Cunningham. 3. QBAC - *B. humidicola* + *B. brizantha* + *A. pintoii* cv. Amarelo + *C. argentea*. The diet composition consumed by the animals was estimated through microhistological analysis of feces. The experiments took place from April 15th of 2002 to the 18th of March of 2003. The feces and mass of forage collects were performed every eighteen days. The samples of forage were taken at random, in the plots of grasses six places were sampled, while in the consorted plots twelve places were sampled. The data of forage mass and botanical composition of the diet were evaluated through software SAS 8.0. There were seasonal differences in the total mass, braquiarião's leaf mass, araquis', capoeira's species and dead material. As to the methodology of area preparation, all the response variables showed differences. The total mass, leaf and stem of braquiarião and dead material were greater in the pasture of grasses (QB). The mass of leaf and stem of quicuío and araquis' were greater in the pasture of QBAL and the mass of capoeira's species was greater in the pasture of QBAC. All the variables presented significant differences between cycles, and the greater total masses were obtained in cycles three and four. The consumption of quicuío and capoeira's species were greater in the dry season, while, the percentage of braquiarião was greater in the rainy season. The percentages of quicuío were greater with the burning method, while the braquiarião's were greater in the mulch method. There were not significant differences among the pastures as to the quicuío's percentages and capoeira's species. The braquiarião's percentages were

greater in the pastures of QB and QBAL and the legums's were greater in the consorted pastures with legums of QBAC and QBAL. 14 families and 23 species were found. The methodology of area preparation influenced the forage's mass and botanical composition of the animal's diet. The botanical composition of the diet was influenced by the forage's mass. Capoeira's species had a little participation in the botanical composition of the animal's diet due to sufficient availability of forage in most parts of the year.

Referencias

- Alencar, A.; Vieira, I. C. G.; Nepstad, D. C.; e Lefebv, P. 1996. Análise multitemporal do uso da terra e mudança da vegetação em antiga área agrícola da Amazônia. En: Simpósio Internacional de Sensoriamento Remoto. 8. Salvador, BA, Anais. 4 p.
- Allison, R. N. e Kothmann, M. M. 1979. Effect of level of stocking pressure on forage intake and quality of range cattle. American Sec. Anim. Sci. 30:174-178.
- Almeida, R. G.; Euclides, V. P. B.; Nascimento Jr., D.; Nacedo, M. C.M.; Fonseca, D. M. da; Brancio, P. A.; e Garcez Neto, A. F. 2003. Consumo, composição botânica e valor nutritivo da dieta de bovinos em pastos tropicais consorciados sob três taxas de lotação. Rev. Brasil. Zoot. 32(1): 29-35.
- Azevedo, G. P. C.; Carvalho, R. A. de; Teixeira, R. N.; e Sarmiento, C. M.; Rodrigues Filho, J. A.; Gonçalves, C. A.; e Oliveira, R. P. de. 1994. Características dos sistemas de produção de gado de corte na região bragantina. Belém. Embrapa-CPATU. Documentos 79. 23 p.
- Bandy, D. E.; Garrity, D. P.; e Sánchez, P. A. 1993. The worldwide problem of slash-and-burn agriculture. Agrof. Today 5(3):2-6.
- Barcellos, A. O.; Andrade, R. P.; Karia, C. T.; e Vilela, L. 2001. Potencial e uso de leguminosas forrageiras dos gêneros *Stylosanthes*, *Arachis* e *Leucaena*. En: Simposio sobre Manejo de Pastagem. 17. 2001. Piracicaba. A planta forrageira no

- sistema de produção: anais. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 365-425.
- Bastos, T.X. e Pacheco, N. A. 1999. Características agroclimatológicas do município de Igarapé-Açu. En: Seminário Sobre Manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar da Amazônia Oriental. 1999. Belém, PA. Anais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental-CNPq. Documentos 69: 51-58.
- Batmanian, G. J. 1983. Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes do estado rasteiro de um cerrado. Dissertação Mestrado em Ecologia, – Universidade de Brasília, Brasília, DF. 78 p.
- Baungartner, L. L. e Martin, A. C. 1939. Plant histology as the aid in squirrel food-habit studies. *J. Wildlife Manag.* 3:266-268.
- Billot, A. 1995. Agriculture et systemes d'élevage en zone Bragantine (Pará-Brésil): diagnostic des systems de production familiaux a forte composable elevage. Montpellier. CNEARC-EITARC. 140 p.
- Brienza Jr., S. 1999. Biomass dynamics of fallow vegetation enrich with leguminous in the Eastern Amazon of Brazil. Gotting: Gottinger Beitrage zur Land-und Fortwirtschaft in den tropen und subtropen, Doctor Sc. Thesis. 133p..
- Camarão, A. P.; Rodrigues Filho, J. A.; Veiga, J. B.; Rischkwowsky, B.; Hohnwald, S.; e Siegmund-Schultze, M. 2005. A integração da pecuária bovina no ciclo da capoeira na agricultura tradicional do nordeste do Pará. En: II Workshop Tecnológico da Pecuária. 2. Belém. Anais. Belém, SECTAM. p. 1-8.
- _____; _____; Rischkwowsky, B.;Mendonça, C.L.; e Hohnwald, S. 2002. Disponibilidade de forragem, composição botânica e qualidade da pastagem de capim quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) sob três condições. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002, Recife, PE. Anais. Recife: UFRPE, 2002. CD-Room.
- _____; Simão Neto, M.; Serrão, E. A.; Rodrigues, I. A.; e Lascano, C. 1990. Identificação e composição química de espécies de invasoras consumidas por bovinos em pastagens cultivadas em Paragominas, Pará. Belém. Boletim de Pesquisa 104, Embrapa-CPATU, 62 p.
- Cardoso, E. V.; Crispim, S. M. A.; Rodrigues, C. A. G.; e Barioni Jr., W. 2000. Composição e dinâmica da biomassa aérea após a queima em savana gramíneo-lenhosa no pantanal. *Pesq. Agropec. Brasil.* 35(11):2309-2316.
- Carvalho Filho, O.M.; Corsi,M.; e Camarão, A. P. 1984. Composição botânica da forragem disponível, selecionada por novilhos fistulados no esôfago em pastagem de colônia - soja perene. *Pesq. Agropec. Brasil.* 19(4):511-518.
- Coutinho, L. M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. En: Goldammer, J. C. (ed.). *Fire in the tropical biota.* Berlin: Springer. p. 82-105.
- Dantas, M. e Rodrigues, I. A. 1980. Plantas invasoras de pastagens cultivadas na Amazônia. Belém: Boletim de Pesquisa no. 1 Embrapa-CPATU.
- Denich, M. Sommer, R.; e Vlek, P. L. G. 1998. Soil carbon stocks in small-holder land-use systems of the Northeast of Pará, state, Brazil. En: Shift Workshop, 3., 1998, Manaus. Proceedings [S. 1.]:Shift. p. 137-140
- Denich, M. e Kanashiro, M. 1995. Secondary vegetation in the agricultural landscape of Northeast Pará, Brazil. En: International Symposium/Workshop Management and Rehabilitation of Degraded Lands and Secondary Forests in Amazonia, 1993, Santarém, PA. Proceeding Rio Piedras: International Institute of Tropical Forestry: USDA. Forest Service, Belém: Embrapa-CPATU. p. 12-20.
- Euclides, V. P. B. e Euclides Filho, K. 1998. Uso de animais na avaliação de forrageiras. Campo Grande. Documentos, 74, Embrapa- Cnpgc. 59.

- Fearnside, P. M. e Guimarães, W. M. 1996. Carbon uptake by secondary forest in Brazilian Amazon. *Forest Ecol. Manag.* 80:35-46.
- Filgueiras, T. S. 1981. O fogo como agente ecológico. *Rev. Brasil. Geogr.* 43(3): 399-404.
- Fontaneli, R. S.; Jacques, A. V. A.; Henrich, C.; Oerlecke, D.; Schuster, I.; e Fontaneli, R. S. 1994. Efeito da ceifa, da queima, do diferimento e da adubação sobre uma pastagem natural. *Rev. Brasil. Zoot.* 23(5):719-729.
- Grigg, D. 1995. An introduction to agricultural geography. LondonRoutledge, Londres. 217 p.
- Hölscher, D.; Möller, M. R. F.; Denich, M.; e Fölster, H. 1995. Nutrient budget in slash and burn agriculture, Eastern Amazon. En: Shift Workshop, 2, 1995, Cuiabá. Summaries of lectures and posters. [s. l. : s. n.]. p. 214.
- Jordan, C.F. 1985. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. John Wiley & Sons. 190 p.
- Kato, M. S. A. e Kato, O. R. 1999. Preparo de área sem queima, uma alternativa para a agricultura de derrubada e queima da Amazônia Oriental: Aspectos agroecológicos. En: Seminário sobre Manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar da Amazônia Oriental. 1999. Belém, PA. Anais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CNPq. Documentos 69. p. 35-37.
- Kato, O.R.; Kato, M.S.A.; Sá, T. A.; e Figueiredo, R. 2004. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente* 29:99-111.
- Kayll, A. J. 1974. Use of fire in land management. En: Kozlowski, T. T. e Ahlgren, C. E. (eds.). *Fire and ecosystems.* Londres. Academic Press. p. 483-511.
- Late, T.; Gardener, C. J.; e Ash, A. J. 1994. Diet selection in six *Stylosanthes* grass pastures and its implication for pasture stability. *Trop. Grassl.* 28(2):109-119.
- McGint, A.; Smeins, F. E.; e Merrill, L. B. 1983. Influence of spring burning on cattle diets and performance on the Edwards Plateau. *J. Range Manag.* 36(2):175-178.
- Mendonça, C. L. G. 2003. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem de *Brachiaria humidicola* através da análise microhistológica de fezes em três períodos de amostragem. Dissertação Mestrado em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 81 p.
- Rubio, E. E. S.; Lara, L. I. S.; Buenfil, G. de J. Z.; e Reyes, L. O. 2000. Botanical composition and nutritive value of cattle diet in secondary vegetation in Quintana Roo. *Tecnica Pecuaria Mexico* 38(2):105-117.
- Sánchez, P. A.; Garrity, D. P.; Bandy, D. E.; Torres, F.; e Swift, M. J. 1993. Sustainable alternatives to slash-and-burn agriculture and the reclamation of degraded lands in the humid tropics. En: J. A. Parrota e M. Kanashiro (eds.). Symposium Workshop Management and Rehabilitation of Degraded Lands and Secondary Forests in Amazonia, 1993, Santarém, PA. Proceeding. Rio Piedras: International Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service; Belém: Embrapa/CPATU, 1995. p. 12-20.
- Siegmund-Schultze, M.; Rischkowsky, B.; e Veiga, J. B. 2003. Ganhos da pecuária bovina em pequenas propriedades que utilizam o sistema cultivo-pousio na zona Bragantina, Amazônia Oriental. En: Tourrand, J. F. e Veiga, J. B. (eds.). Viabilidade de sistemas agropecuários na agricultura familiar da Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p. 225-234.
- Silva, F. K.; Coimbra, H. M.; Silva, A. K.; Sá, T. D. de A.; e Kato, M. do S. A. 2001. Variações de umidade e temperatura do solo na produtividade de maracujá (*Passiflora edulis*), sob diferentes métodos de preparo do solo no Nordeste Paraense. En: Seminário de Iniciação Científica da Fcap, 11; Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 5., 2001, Belém, PA. Resumos. Belém: FCAP, 2001. p. 347.

- Sommer, R. 2000. Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burning in the Eastern Amazon. Doctor Sc. Thesis. University of Göttingen, Cuvillier, 2000. 240 p.
- Stevens, A. D. 1999. Influência da agricultura itinerante na regeneração da vegetação de pousio no leste da Amazônia. Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Technishe Zusammenarbeit, 1999. 59 p.
- Taylor, C. A.; Kothmann, M. M.; Merrill, L. B.; e Elledg, D. 1980. Diet slection by cattle under high-intensity, low frequency, short duration, and Merrill grazing systems. *J. Range Manag.* 33(6):428-434.
- Vieira, I. C. G.; Salomão, R.; Rosa, N.; Nepstad, D. C.; e Roma, J. O. 1996. Renascimento da floresta no rastro da agricultura. *Ciência hoje* 119:38-44.
- Viro, P. J. 1974. Effects of forest fire on soil. En: Kozlowski, T.T. ; Ahlgren, C. E. (ed.) *Fire and ecosystems*. London; Academic Press, 1974. p. 7-45.
- Walker, J. W.; Heitschmidt, R. K.; Moraes, E. A.; Kothmann, M. M.; e Dowhower, S. L. 1985. Quality and botanical composition of cattle diets under rotational and continous grazing treatments. *J. Range Manag.* 42(3):45-56.

Introdução de mudas de leguminosas arbóreas em pastagem de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*

P. F. Dias*, S. M. Souto** e Avílio A Franco**

Introdução

Cada vez fica mais evidente em regiões tropicais e subtropicais que espécies arbóreas são necessárias para melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens (Alonzo, 2000; Ibrahim et al., 2001; Costa et al., 2005), acumulando quantidades substanciais de carbono (Kanninen, 2001; McAdam, 2005), aumentando a biodiversidade (Naranjo, 2000; McAdam, 2005) além do efeito ser maior no caso de leguminosas arbóreas que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio do ar (Dias, 2005).

Segundo Andrade et al. (2002) entre as razões de muitos pecuaristas considerarem indesejável a presença de árvore nas pastagens, se destaca a dificuldade para a sua introdução. Montoya e Baggio (1991) estudando a viabilidade econômica da introdução de mudas florestais altas para sombreamento em pastagens, na presença do gado, constataram que o método com arame farpado em espiral e uma estaca foi o método mais efetivo e com menor custo, a sua implementação implicou no acréscimo de 9% do custo operacional da exploração extensiva do gado de corte, significando uma redução de 27% no retorno bruto. No entanto, segundo os mesmos autores, acréscimos de 9% é um custo que dificulta a introdução da prática de arborização de pastagens. Portanto, a introdução de espécies de leguminosas arbóreas mais adaptadas para implantação em pastagens sem que haja necessidade de

proteção das mudas, na presença de animais, poderá reduzir o custo da arborização e permitir a introdução destas espécies dentro das condições de baixa rentabilidade do setor, especialmente para a pecuária extensiva.

O sucesso da introdução das mudas de uma espécie, sem proteção e na presença dos animais, depende do grau de sua aceitabilidade pelos animais (Ash, 1990; Hindrichsen et al., 2004). Por outro lado, a aceitabilidade da forrageira pelos animais pode ser devido ao seu teor de tanino (Seresinhe e Iben, 2003; McSweeney et al., 2005; Meirelles et al., 2005) e também, se já faz parte de sua dieta na pastagem (Souto, 1967).

O uso de técnicas estatísticas de variância multidimensional permite a avaliação das variáveis simultaneamente, proporcionando interpretações que não seriam possíveis com o uso da estatística univariada (Liberato et al., 1995; Pimentel-Gomes, 2000), contribuindo assim, para elucidar interações complexas observadas em estudos de biologia (Van Straalen, 1998). E, entre essas técnicas, sobressai a Análise por Variáveis Canônicas (AVC), pois possui as mesmas finalidades de outros métodos multidimensionais, entretanto, apresenta a vantagem adicional de levar em consideração as covariâncias residuais existentes entre as médias dos tratamentos, pois o processo é feito com base na distância de Mahalanobis (Ribeiro Jr., 2001).

* Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica da PESAGRO BR 465, km 7, Seropédica-RJ. CEP: 23890-000. E-mail: pfrancisco@hotmail.com.br

** Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, Seropédica-RJ. CEP: 23851-970. Email: smsouto@cnpab.embrapa.br

Em vista do exposto, objetivou-se no presente trabalho analisar por meio de análise de variância multidimensional, o comportamento de 16 espécies de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem estabelecida de braquiária, à partir de mudas pequenas sem proteção e na presença de animais.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em pastagem estabelecida de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha* na fazenda Santo Antônio do produtor Luis Carlos Coutinho, no município de Itatiaia-RJ, Brasil. O solo na área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo com seguinte composição química: pH = 5.5, Al = 0.1 cmol_c/dm³, Ca+Mg = 3.4 cmol_c/dm³, P = 3 g/dm³, K = 58 g/dm³, C = 0.81% e N = 0.066%.

As 16 espécies arbóreas de leguminosas introduzidas nas pastagens estabelecida com braquiaria foram as seguintes: 1- *Gliricídia* (*Gliricidia sepium*), 2- *Albizia* (*Pseudomaneá guachapele*), 3- *Mulungu* (*Erythrina verna*), 4- *Jurema Preta* (*Mimosa tenuiflora*), 5- *Sabiá* (*Mimosa caesalpiniiifolia*), 6- *Angico Vermelho* (*Anadenanthera macrocarpa*), 7- *Olosericia* (*Acacia holosericea*), 8- *Acácia Auriculada* (*Acacia auriculiformis*), 9- *Jurema Branca* (*Mimosa artemisiana*), 10- *Orelha de Negro* (*Enterolobium contortisiliquum*), 11- *Guapuruvu* (*Schizolobium parahyba*), 12- *Mulungu do Alto* (*Erythrina poeppigiana*), 13- *Coração de Negro* (*Albizia lebbbeck*), 14- *Leucena* (*Leucaena leucocephala*), 15- *Jacarandá Bico de Pato* (*Machaerium hirtum*), 16- *Canafistula* (*Peltophorum dubium*).

As mudas foram produzidas em agosto de 2001 no viveiro do campo experimental da Embrapa Agrobiologia, por meio de sementes inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio, recomendado por Faria (2001), e também, com a mistura dos fungos micorrízicos, *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum*, e semeadas em saquinhos de 800 a 1000 g com substrato contendo 30% de composto orgânico, 30% de argila, 30% de areia e 10% de fosfato de rocha.

Em dezembro de 2001 iniciou-se o plantio das mudas, logo após o rebaixamento do pasto pelo gado. Elas foram levadas para o

campo quando atingiram entre 40 e 60 cm de altura (4 a 5 meses de viveiro). O plantio foi feito em covas de 20 cm x 20 cm x 20 cm de dimensões, adubadas com 100 g de fosfato de rocha + 10 g de FTE Br12 (12% de Zn, 1.6 % de Cu, 4.% de Mn e 1.8% de B) + 25 g de sulfato de potássio + 25 g de calcário dolomítico. As covas distanciadas de 7.5 m entre si foram feitas manualmente com o auxílio de enxadões em linhas espaçadas de 7.5 m, sendo plantados 10 plantas de cada espécie, constituindo uma área experimental total de 0.9 ha. A temperatura média, média das máximas e das mínimas e a precipitação pluviométrica durante o período experimental foram 22.5°C, 27.9°C, 17.2°C, e 1685 mm, respectivamente.

O sistema de pastejo adotado seguiu o da propriedade, porém de forma mais controlada não permitindo o super pastejo na área, visando a produtividade do pasto e o estabelecimento das leguminosas dentro da realidade da exploração local. Foram feitas quatro avaliações, usando lotação de 53 animais adultos/ha, mestiço Gir-holanda, com peso vivo em torno de 300 kg/animal. As avaliações foram feitas nos períodos 10/04/2002, 19/06/2002, 23/10/2002 e em 23/01/2001.

As variáveis estudadas foram as seguintes: X1 = comprimento dos brotos e X2 = número de brotos na muda. Foi feita a correlação entre as variáveis, por meio do Software SAEG 9.0 (2005). As diferenças de vetores de médias de tratamentos foram verificadas por meio de variância multidimensional denominada Manova, usando os quatro testes: Hotelling-Lawley, Pillai, Wilks e Roy, segundo Ribeiro Jr. (2001), para testar a hipótese Ho que é a igualdade entre vetores de médias dos tratamentos. Os escores da primeira variável canônica (VC1) obtidos com AVC, considerando-se as duas variáveis analisadas, foram submetidas a análise de variância considerando-se o modelo em blocos inteiramente casualizados com dez repetições, e as médias dos 64 tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Na comparação das diferenças entre as médias dos tratamentos, duas a duas, para cada variável, usou-se os intervalos de confiança simultâneos de Bonferroni (Ferreira 2003).

Resultado e discussão

As duas variáveis X1 (comprimento dos brotos) e X2 (número de brotos) foram altamente correlacionadas ($r = 0.92$, $P < 0.0001$). A hipótese H_0 foi rejeitada pelos quatro testes de Manova, mostrando existir pelo menos um vetor que diferiu dos demais, por isso, os vetores de médias dos tratamentos foram analisados estatisticamente por variáveis canônicas. A utilização da análise por variáveis canônicas foi viável nesse estudo, pois a primeira e a segunda variável canônica explicaram, respectivamente 60% e 40% da variação dos tratamentos (Tabela 1).

Baseado no resultado da análise de variância dos dados obtidos pela primeira combinação linear (VC1) das duas variáveis, observaram-se diferenças significativas entre as médias dos 64 tratamentos pelo teste Scott-Knott, considerando-se um nível de significância de 0.05. O resultado do teste sugere a formação de quatro agrupamentos o que também pode ser observado na Figura 1.

O tratamento 16 (*Jurema Preta* na 4ª avaliação) se destacou como o que apresentou o maior valor de VC1, a seguir em ordem decrescente, se destacou o grupo com os tratamentos 15 (*Jurema Preta* na 3ª avaliação) e 32 (*Jurema Branca* na 4ª avaliação), depois encontra-se o grupo formado com os tratamentos 3 e 4 (*Gliricídia* na 3ª e 4ª avaliação), 18 e 19 (*Sabiá* na 2ª e 3ª avaliação) e 28 (*Acácia Auriculada* na 4ª avaliação), e por último o agrupamento formado com os tratamentos 1 (*Gliricídia* na 1ª avaliação), 13 e 14 (*Jurema Preta* na 1ª e 2ª avaliação), 17 (*Sabiá* na 1ª avaliação), 31 (*Jurema* na 3ª avaliação), 33 e 36 (*Guapuruvu* na 1ª e 4ª avaliação) e 55 e 56 (*Canafistula* na 3ª e 4ª avaliação).

As diferenças entre as médias dos tratamentos para cada variável, considerando a influência da outra, são mostradas na Tabela 2. Principalmente, as duas últimas avaliações (3ª e 4ª) refletiram os efeitos do pastejo animal no comprimento e número de brotos das mudas das 16 leguminosas arbóreas.

Tabela 1. Escores das variáveis canônicas VC1 e VC2 e comparação entre as médias de VC1 entre os tratamentos avaliados referentes as combinações entre as 16 leguminosas arbóreas e as quatro avaliações.

Tratamento	Leguminosa	Avaliação ^a (no.)	VC1	VC2
1	Gliricídia	1	7.49 d*	1.75
3		3	17.33 c	4.84
4		4	16.57 c	2.03
13	Jurema Preta	1	11.09 d	4.01
14		2	8.84 d	2.36
15		3	23.76 b	9.22
16		4	81.74 a	0.64
17	Sabiá	1	9.97 d	1.31
18		2	13.05 c	2.28
19		3	16.41 c	3.42
20		4	32.31 b	0.07
28	Acácia Auriculada	4	17.24 c	0.60
31	Jurema Branca	3	6.79 d	2.65
32		4	25.00 b	2.13
33	Guapuruvu	1	6.51 d	2.62
36		4	10.44 d	1.96
40	Mulungu do Alto	4	9.49 d	2.54
55	Canafistula	3	6.94 d	4.74
56		4	10.48 d	2.88
% Variância (Var.) ((Var.)			60	40
% Var. Acumulada			60	100

a. 1 = 10/04/2002, 2 = 19/06/2002, 3 = 23/10/2002, 4 = 23/01/2003.

*. Médias de VC1 seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($P < 0.05$).

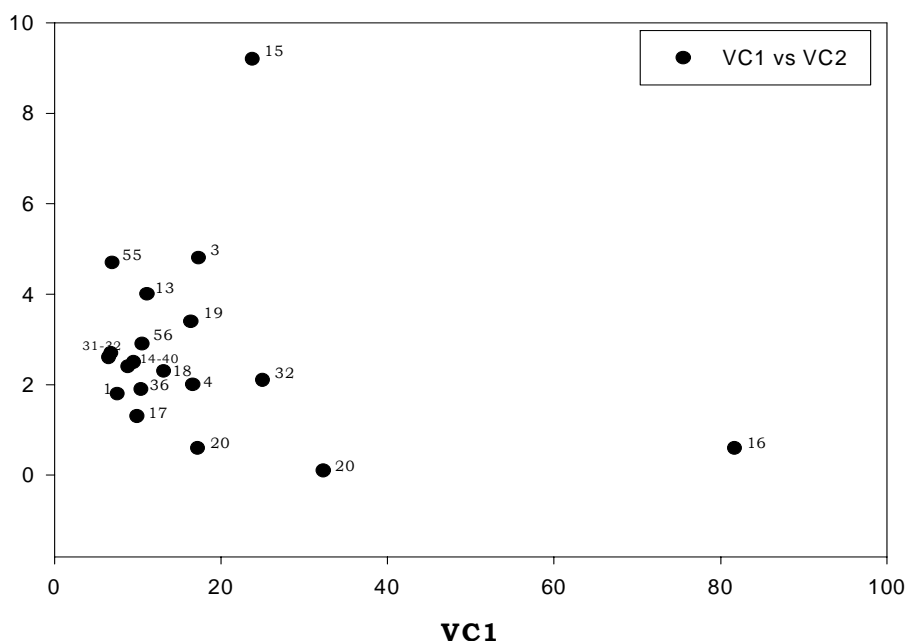


Figura 1. Dispersão dos tratamentos com base nos escores referentes as duas primeiras variáveis canônicas.
 Tratamentos: 1, 3 e 4 (Gliricídia na 1ª, 3ª e 4ª avaliação (ava.); 13, 14, 15 e 16 (Jurema Preta na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª ava.); 17, 18, 19 e 20 (Sabiá na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª ava.); 28 (Acácia Auriculada na 4ª ava.); 33 e 36 (Guapuruvu na 1ª e 4ª ava.); 40 (Mulungu do Alto na 4ª ava.); 55 e 56 (Canafistula na 3ª e 4ª ava.).

Tabela 2. Avaliação dos tratamentos relacionados ao comprimento e número de brotos de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem estabelecida com capim braquiária, sem a proteção das mudas e na presença de animais. Médias de 10 repetições.

Tratamento	Leguminosa	Avaliação ^a (no.)	X1 (cm/planta)	X2 (nº/planta)
3	Gliricídia	3	136 b	8c d
4		4	159 b	5c d
13	Jurema Preta	1	77 b	5c d
15		3	159 b	12 abc
16		4	886 a	21 a
18	Sabiá	2	117 b	5c d
19		3	142 b	6c d
20		4	352 b	8 cd
28	Acácia Auriculada	4	181 b	4 cd
32	Jurema Branca	4	250 b	7 cd
36	Guapuruvu	4	92 b	4 cd
47	Leucena	3	22 b	3 cd
48		4	20 b	2 cd

a. 1 = 10/04/2002, 2 = 19/06/2002, 3 = 23/10/2002, 4 = 23/01/2003.

X1 = Comprimento dos brotos, X2 = número de brotos.

* As diferenças entre as médias dos tratamentos para cada variável foi calculada por meio dos intervalos de confiança de Bonferroni. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (P < 0.05).

O maior comprimento de brotos (variável X1) foi observado para a Jurema Preta na 4ª avaliação (tratamento 16). A baixa aceitabilidade desta leguminosa pelos animais não foi devida a presença de acúleos, uma vez que, outras leguminosas também apresentavam acúleos, como a Sábida, Jurema Branca e Mulungu do Alto, mesmo assim, foram pastejadas.

Na avaliação da aceitabilidade das plantas é muito importante também ser levado em conta a preferência dos animais no pasto, se determinada planta já fez parte de sua dieta (Souto, 1967; Souto et al., 1975). Os animais usados no presente trabalho não tiveram em sua dieta, anteriormente, as leguminosas usadas neste experimento. Dias et al. (2005), trabalhando com as mesmas 16 espécies do presente trabalho, incluíram a *Jurema Preta* no grupo de espécies que apresentou o maior número de plantas sobreviventes e menos pastejadas. Segundo Nozella (2001), muitas forrageiras que são usadas na alimentação de ruminantes, possuem suas plantas alto teor de proteína bruta (16 %), como a *Jurema Preta*, mas apresentam baixa digestibilidade, pois apresentam altos níveis de tanino (122 g/kg de MS).

Das outras leguminosas que constam da Tabela 2, *Leucena* apresenta o menor valor para o comprimento e número de brotos na 3ª e 4ª avaliação e *Gliricídia* também é um dos menores valores para estas duas variáveis, mostrando que estas leguminosas foram as mais consumidas pelos animais.

Gliricídia e *Leucena*, por serem palatáveis (Nair et al., 1984; Franco e Souto, 1986; Souto et al., 1992; Toral e Simon 2001; Dias et al., 2004), e apresentarem níveis baixos de tanino (Norton, 2000; Nozella, 2001; Serisinhe e Iben 2003; Hindrichsen et al., 2004, McSweeney et al., 2005), são recomendadas para bancos de proteína (Zoby, 2001; Rangel et al., 2001). Entretanto *Gliricídia* foi considerada por Mendonça (2005) como de baixa palatabilidade como forragem verde, devido a relutância dos animais em consumi-la, exigindo por isso um período de adaptação a dieta. O mesmo autor salienta que sob a forma de feno ela foi melhor aceita pelo gado. No entanto, Bennison e Paterson (1993), confirmaram que a baixa

palatabilidade de *Gliricídia* dependeu do acesso usado sob certas condições.

Os resultados do presente experimento relacionados as duas variáveis mostraram que, *Leucena* e *Gliricídia* são as menos indicadas para serem introduzidas, sem proteção das mudas e na presença do gado nas pastagens da região, enquanto ao contrário, *Jurema Preta* pode ser recomendada como aquela que pode ser introduzida em pastagem, nestas condições.

Conclusões

A análise multidimensional resulta em melhor aproveitamento da informação conjunta das variáveis dependentes, avaliadas em plantas das 16 espécies de leguminosas arbóreas. Das leguminosas testadas, *Jurema Preta* é indicada para ser introduzida com sucesso nas pastagens de braquiária da região, sem a proteção de suas mudas e na presença do gado.

Resumen

En un Latossolo Vermelho-Amarelo, en Itatiaia-RJ, Brasil, se evaluaron el desarrollo y la sobrevivencia de plantas de las especies arbustivas siguientes, establecidas con y sin protección en pasturas de *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha* en pastoreo: 1- *Gliricídia* (*Gliricídia sepium*), 2- *Albizia* (*Pseudomaneá guachapele*), 3- *Mulungu* (*Erythrina verna*), 4- *Jurema Preta* (*Mimosa tenuiflora*), 5- *Sabiá* (*Mimosa caesalpinifolia*), 6- *Angico Vermelho* (*Anadenanthera macrocarpa*), 7- *Olosericia* (*Acacia holosericea*), 8- *Acácia Auriculada* (*Acacia auriculiformis*), 9- *Jurema Branca* (*Mimosa artemisiana*), 10- *Orelha de Negro* (*Enterolobium contortisiliquum*), 11- *Guapuruvu* (*Schizolobium parahyba*), 12- *Mulungu do Alto* (*Erythrina poeppigiana*), 13- *Coração de Negro* (*Albizia lebbek*), 14- *Leucena* (*Leucaena leucocephala*), 15- *Jacarandá Bico de Pato* (*Machaerium hirtum*), 16- *Canafistula* (*Peltophorum dubium*). Los resultados mostraron que, *Leucena* y *Gliricídia* tuvieron un pobre desarrollo cuando fueron plantadas sin protección contra el consumo por los animales. Por el contrario, *Jurema Preta* mostro una alta tolerância al dano por animales em pastoreo.

Summary

The introduction of unprotected young plants of 16 leguminous tree species into *Brachiaria decumbens* and *B. brizantha* pastures under grazing was evaluated in four different moments of the year at the Itatiaia Municipality, RJ. Two variables related to plant height and number of sproutings were used for the evaluations. These variables were correlated ($r= 0,92$; $p< 0.0001$). The nil hypothesis was rejected by the four Manova tests, thus the results of this experiment were analysed by means of multidimensional variance analysis in order to better explore the combined information of the variables. The statistical difference of the means by the Scott-Knott test of the 64 treatments of the principal canonical variable, suggested the formation of four groups with the Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) group standing out at the 4th evaluation. Difference among treatments means for each variable, calculated by Bonferroni confidence intervals, revealed that the greatest plant height and the highest number of sproutings were found for Jurema Preta. The results related to the variables with grazing obtained from Jurema Preta confirm its recommendation for the region as the tree legume with the highest chances of growth whether introduced into pastures under grazing without protection.

Agradecimentos

Ao produtor rural Luis Carlos Coutinho por Ter permitido a instalação de unidade experimental em sua fazenda no município de Itatiaia-RJ. À Usina do Funil- Furnas-Itatiaia/RJ, na pessoa do Dr. Antônio Maia, Gerente de Operações, por disponibilizar a infra-estrutura de produção de mudas e pessoal de apoio para auxiliar na implantação da unidade na propriedade no entorno da represa.

Referências

- Alonzo, Y. M. 2000. Potential of silvopastoril for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. 81p. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Andrade, C. M. S.; Valentim, J. F.; Carneiro, J.C. 2002. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianensis*) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazonia Ocidental. Rev. Bras. de Zootecnia, 31 (2):1-5.
- Ash, A. J. 1990. The effect of supplementation with leaves from the leguminous trees *Sesbania grandiflora*, *Albizia chinensis* and *Gliricidia sepium* on the intake digestibility of guinea grass hay by goats. Animal Feed Science and Technology, 28 (3-4): 225-233.
- Bennison, J. J.; Paterson, R. T. 1993. Use of trees by livestock 3: *Gliricidia*. Chatam Maritie, 18p.
- Costa, N. L.; Magalhães, J. A.; Townsend, C. R.; Pereira, R. G. A. 2005. Produtividade de leguminosas forrageiras sob sombreamento de eucálio. Consulta feita no site: <http://www.boletimpecuario.com.br/artigos>. Em nov/2005.
- Dias, P. F. 2005. Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. 128p. Tese de Doutorado (Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- Dias, P. F.; Souto, S. M.; Franco, A. A. 2005. Introdução e avaliação de leguminosas arbóreas em pastagens da baixada e região serrana do estado do Rio de Janeiro. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 24p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 09)
- Dias, P. F., Souto, S. M.; Pereira, B. M.; Lizieire, R. S.; Zanine, A. M.; Schimidt, L. T.; Franco, A. A. 2004. Sobrevivência de estacas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) como moirão vivo. Pasturas Tropicales, 26 (2): 55-62.
- Faria, S. M. 2001. Obtenção de estirpes de rizóbio eficientes na fixação de nitrogênio para espécies florestais (aproximação 2001). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 21p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos 134).
- Ferreira, D. E. 2003. Análise de variância multivariada (Cap.6). In: Ferreira, D. E (Ed). Estatística multivariada. Lavras:www.dex.ufla.br/daniel, p.218-231.

- Franco, A.; Souto, S.M. 1986. *Leucaena leucocephala*- uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos. Seropédica: CNPAB, 7p. (CNPAB, Comunicado Técnico nº 2)
- Hindrichsen, I. K.; Osuji, P. O.; Odenyo, A. A.; Madsen, J., Hvelplund, T. 2004. Effect of supplementation of maize stover with foliage of various tropical multipurpose trees and *Lablab purpureus* on intake, rumen fermentation, digesta kinetics and microbial protein supply of sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 113 (1-4): 83-96.
- Ibrahim, M.; Schlönvoigt, A.; Camargo, C.; Souza, M. 2001. Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In: *International Grassland Congress*, 19., Brasil. Proceedings. Brasil. p.645-649.
- Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina (en línea). Plataforma Electrónica sobre Ganadería y Medio Ambiente, LEAD/FAO/CATIE. Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo.htm>.
- Liberato, J. R.; Cruz, C. D.; Vale, F. X. R.; Zambolim, L. 1995. Técnicas estatísticas de análise multivariada, aplicada à fitopatologia. Análise de componentes principais, análise canônica e "cluster analysis". *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 3 (3): 227-281.
- McAdam, J.; Mosquera-Losada, M. R.; Papanastasis, V.; Pardini, A.; Rigueiro-Rodrigues, A. 2005. Silvopastoral systems: analysis of an alternative to open swards. In: *XX International Grassland Congress*, 20., Dublin, p.758.
- Mc Sweeney, C. S.; Gough, J.; Conlan, L. L.; Hegarty, M. P.; Palmer, B.; Krause, D. O. 2005. Nutritive value assessment of the tropical shrub legume *Acacia angustissima*: anti-nutritional compounds and *in vitro* digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 121, (1-2): 175-190.
- Meirelles, P. R. L.; Batistas, L. A. R.; Souza, G. B.; Lempp, B.; Costa, C. 2005. Quantificação e distribuição de taninos em gramíneas forrageiras tropicais. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Goiânia:SBZ. CD ROM.
- Mendonça, J. F. B. 2005. Gliricídia: a planta de multi-propósito para agricultura tropical. Consulta em 16/02/2005 no site: <http://www.boletimpecuario.com.br/artigos>.
- Montoya, L. J.; Baggio, A. J. 1991. Estudos econômicos da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: *Encontro Brasileiro de Economia e Planejamento Florestal*, 1. Curitiba: Anais... Colombo:Embrapa Floresta, 2: 172-191.
- Nair, P. K. R.; Fernandes, E. C. M.; Wanbugu, P. N. 1984. Multipurpose leguminous trees and shrubs for agroforestry. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19: 295-313.
- Naranjo, L. 2000. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad (en línea). Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vb-confe18.htm>.
- Norton, B. W. 2000. The significance of tannins in tropical animal production. In: *Tannins in Livestock and Human Nutrition*, 1., Adelaide, Australia. Proceedings...Adelaide:ACIAR, 75p.
- Nozella, E. F. 2001. Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. 58p. Tese de Mestrado apresentado no CENA-Universidade de São Paulo- Piracicaba.
- Pimentel-Gomes, F. 2000. Curso de estatística experimental. Piracicaba:ESALQ/USP, 430p.
- Rangel, J. H. A.; Carvalho Fiolho, O. M.; Almeida, S. A. 2001. Experiências com o uso da *Gliricídia sepium* na alimentação animal no nordeste brasileiro. In: *Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Carneiro, J. C. (Ed.). Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para as áreas tropicais e subtropicais.*

- Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite-Brasília: FAO, p.35-44.
- Ribeiro Junior, J. I. 2001. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa:UFV, 301p.
- SAEG 9.0. 2005. Sistema para Análises Estatísticas-SAEG. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, CD Rom. Versão 9.0.
- Seresinhe, T.; Iben, C. 2003. In vitro quality assessment of two tropical shrub legumes in relation to their extractable tannins contents. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 8 (3-4): 109-115.
- Souto, S. M. 1967. Aceitabilidade e persistência de forrageiras tropicais. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 7. Piracicaba-SP:SBZ. p.11-14.
- Souto, S. M.; De Polli, H.; Almeida, D. L.; Duque, F. F.; Assis, R. L.; Eiras, P. A. 1992. Outros usos de leguminosas convencionalmente utilizadas par adubo verde. Seropédica:CNPAB, 39p. (CNPAB, Documentos n° 11).
- Souto, S. M.; Lima, C. R.; Lucas, E. D. 1975. Palatabilidade de leguminosas forrageiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Sér. Zootecnia, 10: 7-11.
- Toral, O.; Simon, L. 2001. Relative acceptability of fodder trees in the genera *Leucaena* and *Albizia*. *Pastos y Forrages*, 24 (3): 209-216.
- Van Straalen, N. M. 1998. Evaluation of bioindicator systems derives from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9: 367-376.
- Zoby, J. L. F. 2001. Leucena em banco de proteína como complemento de pastagens do cerrado na alimentação de bovinos. In: Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Carneiro, J. C. (Ed.). *Sistemas Agroflorestais Pecuários: Opções de Sustentabilidade para as Áreas Tropicais e Subtropicais*, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite-Brasília: FAO, p.45-49.

Efeito do nitrogênio e da idade de corte sobre a produção de cultivares de capim-elefante*

J. A. Magalhães**, E. A. Lopes***, B. H. N. Rodrigues ϕ , N. N. Barros***, M. S. de S. Carneiro λ , N. de L. Costa ξ , e J. M. de Araújo Filho ψ

Introdução

O Nordeste brasileiro é caracterizado por índices pluviométricos irregulares com amplos períodos de seca e má distribuição de chuvas. Essas condições climáticas implicam em baixa disponibilidade de forragem, afetando negativamente a produção de leite e carne, além da diminuição da eficiência reprodutiva dos rebanhos. Dentre as opções tecnológicas indicadas para minimizar as conseq ncias do período seco e melhorar a produtividade dos sistemas pecuários da região destacam-se o uso da silagem de milho ou sorgo, do feno, de capineiras, da adubação e da irrigação de pastagens (Pimentel, 1999).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), devido à facilidade de implantação, vigor e elevada produtividade, está presente em todas as regiões do Brasil. Originário da África, foi introduzido no país em 1920 a partir de estacas provenientes de Cuba, sendo, inicialmente utilizado como capineira para fornecimento verde picado ou como forragem conservada sob a forma de silagem ou feno e, posteriormente, para pastejo (Almeida et al., 2004). Apesar desses atributos, a estacionalidade da produção, causada pela deficiência hídrica, tem provocado restrição   sua utilização, que pode ser suprimida através do uso de irrigação.

Para Corsi (1978) a irrigação quando associada   adubação nitrogenada pode aumentar entre 20% e 70% a produção de m teria seca (MS) das pastagens.

No manejo de gramíneas forrageiras um outro fator que afeta o rendimento da forragem colhida é a idade de corte, que interfere diretamente na produção de MS. Assim, Santana et al. (1989) trabalhando com três cultivares de capim-elefante (cvs. Cameroon, Mineiro e Napier de Goiás) submetidas a três intervalos de cortes (28, 56 e 84 dias), verificaram incrementos na produção de MS quando o intervalo de corte aumentou de 28 para 84 dias. Da mesma forma, Omaliko (1980) em estudos com capim-elefante, submetido a seis intervalos de corte (21, 28, 35, 42, 56 e 70 dias), evidenciaram aumentos significativos na produção de forragem de 6.5 t/ha, aos 21 dias, para 13 t/ha, aos 70 dias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio (N) e da idade de corte sobre a altura, relação folha/colmo, teor e produção de MS de três cultivares (cvs.) de capim-elefante irrigado nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, Brasil.

* Pesquisa financiada pelo FUNDECI/Banco do Nordeste

** Doutorando em Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará. Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí. E-mail: avelar@cpamn.embrapa.br

***Pesquisadores da Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará. E-mail: ealetes@cnpc.embrapa.br e nelson@cnpc.embrapa.br

ϕ Pesquisador Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí. E-mail: braz@cpamn.embrapa.br

λ Professora do Departamento de Zootecnia da UFC, Fortaleza, Ceará. E-mail: msocorro@ufc.br

ξ Pesquisador da Embrapa Amapá. E-mail: newton@cpafap.embrapa.br

ψ Mestrando em Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará. E-mail: jaimozoo@bol.com.br

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de agosto a novembro de 2002 e de julho a setembro de 2003 na Unidade de Execução de Pesquisa de Parnaíba, pertencente à Embrapa Meio-Norte, localizada no município de Parnaíba, Piauí. O clima da região, segundo Koopen, é Aw, com estação seca bem definida (julho a dezembro) e pluviosidade média anual de 1300 mm. A média das temperaturas máximas é de 36 °C e das mínimas 22 °C. O solo da área experimental é da classe Areia Quartzosa, possui relevo plano e apresentou as seguintes características químicas: pH (H₂O 1:25) = 5.75; P = 9.40 mg/dm³; K, Ca, Mg, Na e Al = 1.85; 4.28; 1.90; 0.87 e 0.08 cmol_c/dm³, respectivamente.

Foram avaliados os efeitos de três níveis de N (150, 300 e 450 kg/ha) e cinco idades de corte (28, 35, 42, 56 e 84 dias) sobre a produção de MS de três cultivares de capim-elefante (cvs. Napier, Pioneiro e Roxo) utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. As áreas das parcelas e das subparcelas foram de 5 m x 3 m e 1 m x 3 m, respectivamente. O capim-elefante foi plantado por meio de estacas em covas, num espaçamento 0.5 m x 0.6 m, em área irrigada a cada 5 dias, por um sistema de aspersão fixa de baixa vazão onde as linhas laterais, de derivação e principais, são enterradas, havendo apenas a mudança dos aspersores entre os diversos tubos de subida, fixos e espalhados sobre a área de pastagem.

Os cortes de uniformização foram feitos a 10 cm do solo em 21 de agosto de 2002, 93 dias após o plantio, e em 2 de julho de 2003,

ocasiões em que foram aplicados os níveis de N usando-se uréia. Nas idades previamente estabelecidas pelos tratamentos foram cortadas, pesadas e coletadas amostras das plantas das repetições de cada tratamento. No Laboratório de Fisiologia de Plantas foram realizadas a separação de lâmina foliar e colmo, que após pesadas e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h. Foram determinados: relação folha/colmo e o teor e a produção de MS. Antes de cada corte experimental, com auxílio de uma régua, foram determinadas as alturas de três touceiras por parcela, tomando como critério a medida entre a superfície do solo até a curvatura das folhas superiores. As análises estatísticas foram realizadas através do software Assistat (Silva, 1996).

Resultados e discussão

Altura da planta

Os dados médios referentes às respostas da altura aos efeitos isolados dos cultivares de capim elefante, níveis de N e idade de corte estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença significativa ($P > 0.005$) entre as alturas das cultivares de capim-elefante estudadas. Contudo, a aplicação de 450 kg/há de N afetou significativamente a altura das plantas, com incremento 15.56% (107.94 cm) em relação ao nível de 150 kg/há de N. Efeitos semelhantes foram observados por Faria et al. (1997) na Venezuela, quando aplicaram 0, 150, 300 e 450 kg/ha de N em capim elefante anão. Entretanto, Carneiro (1999) não encontrou diferença significativa na altura do capim *Andropogon gayanus* submetido a diferentes níveis de adubação nitrogenada, durante o período de estiagem.

Tabela 1. Respostas da altura, aos efeitos isolados das cultivares de capim-elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

Cultivares	Altura (cm)	Nitrogênio (kg/há)	Altura (cm)	Idade de corte (dias)	Altura (cm)
Napier	105.77 a*	150	93.40 b	28	54.30 d
				35	64.22 d
Pioneiro	98.48 a	300	97.51 b	42	90.14 c
				56	123.01 b
Roxo	94.60 a	450	107.94 a	84	166.41 a

* Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

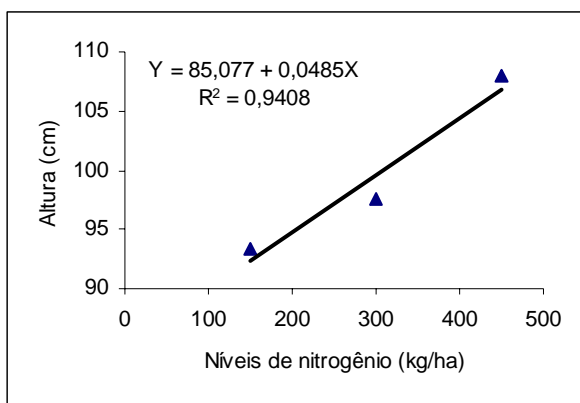


Figura 1. Altura média do capim-elefante em função dos níveis de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

A análise de regressão revelou significância da adubação nitrogenada sobre a altura das plantas, sendo explicada pela equação $Y = 85.077 + 0.0485X$ e $R^2 = 0.9498$, onde Y representa a porcentagem média da altura da planta e X os níveis de N (Figura 1). Segundo Gomide (1989) e Lavres Junior (2001) o N participa em todas as moléculas de proteína e faz parte dos elementos que interferem na fotossíntese e na respiração, portanto melhora o metabolismo da planta e seu crescimento.

A altura das plantas foi influenciada significativamente pela idade de corte, variando de 54,30 cm aos 28 dias à 166,41 cm aos 84 dias, corroborando com Deschamps (1997) que encontrou alturas médias de 65, 151 e 250 cm; 48, 142 e 264 cm e 99, 185 e 289 cm aos 28, 56 e 126 dias de idade, em capim-elefante cvs. Roxo, Empasc 309 Areia e Empasc 307 Texto, respectivamente.

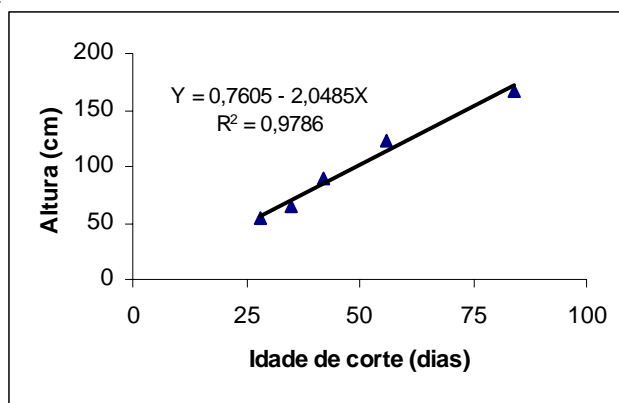


Figura 2. Altura média do capim-elefante em função da idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

A análise de regressão da idade de corte sobre altura da planta mostrou diferença significativa, indicando efeito linear, expresso pela equação $Y = 0.7605 - 2.0485X$ e $R^2 = 0.9786$ (Figura 2). Rodrigues et al. (2004) em condições edafoclimáticas semelhantes, também encontraram efeitos lineares da idade sobre a altura do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob irrigação e adubação nitrogenada.

Porcentagem de MS

As respostas dos teores médios de MS aos efeitos isolados das cultivares de capim elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte estão expostas na Tabela 2. A análise de variância não mostrou diferenças significativas ($P > 0.05$) entres os cultivares e nem da adubação nitrogenada sobre a porcentagem de MS.

Tabela 2. Respostas dos teores médios de matéria (MS) aos efeitos isolados dos cultivares de capim-elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

Cultivares	MS (%)	Nitrogênio (kg/ha)	MS (%)	Idade de corte (dias)	MS (%)
Napier	22.07 ^a	150	20.50 ^a	28	17.4 ^d
				35	19.98 ^c
Pioneiro	21.32 ^a	300	21.11 ^a	42	21.20 ^c
				56	22.49 ^b
Roxo	19.74 ^a	450	21.07 ^a	84	24.16 ^a

* Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

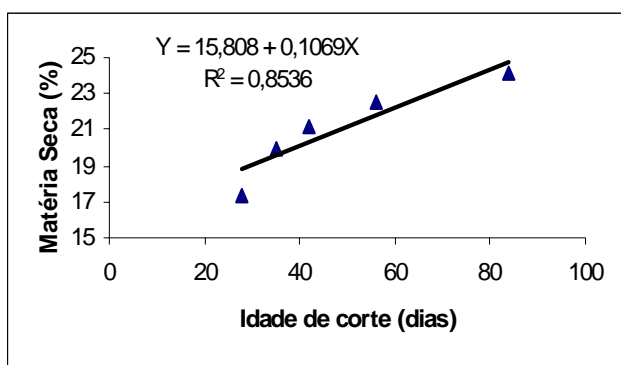


Figura 3. Teores médios de matéria seca média do capim-elefante em função da idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

A idade de corte influenciou os teores de MS das cultivares estudadas que, em média, variou de 17.40% (28 dias) a 24.16% (84 dias). Através da análise de regressão foi encontrado efeito linear da idade sobre os teores de matéria seca ($Y = 15.808 + 0.1069X$ e $R^2 = 0.8536$) (Figura 3). Os teores médios de MS das cultivares, dos níveis de nitrogênio e da idade corte obtidos nesse experimento estão de acordo com aqueles descritos por Carvalho (1985) que revisando inúmeros trabalhos sobre esta gramínea encontrou teores de MS do capim-elefante numa amplitude de 12.4% a 38% com uma média de 22.8%. De maneira semelhante, Carvalho et al. (2000) evidenciaram teores de MS 14.64% aos 30 dias e 16.09%, aos 45 dias, em capim-elefante cv. Pioneiro.

O aumento do teor de MS com o desenvolvimento das plantas forrageiras é decorrente das modificações estruturais dos tecidos, do metabolismo, transformações de

fotoassimilação das folhas para os frutos e outros órgãos da planta. Para Euclides (1995) a ampliação da idade das plantas promove redução do seu conteúdo celular e aumenta a parede celular, contribuindo para o aumento no teor de MS da mesma.

Rendimento forrageiro

As respostas da produção de MS aos efeitos isolados das cultivares de capim-elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte são apresentadas na Tabela 3. As cvs. Napier (8.13 t/ha) e Pioneiro (7.65 t/ha) foram estatisticamente iguais e superiores ($P < 0,05$) a cv. Roxo (6.73 t/ha), independente da idade de corte e do nível de nitrogênio. Santana et al. (1989) evidenciaram superioridade da cv. Napier em relação a outras cultivares de capim-elefante, e Pereira et al. (1997) verificaram que a cv. Pioneiro foi 38.67% mais produtiva que a cv. Camerom. De modo semelhante, Daher et al. (2000) observaram o elevado potencial forrageiro do cv. Pioneiro entre 15 clones de capim-elefante.

A aplicação de 450 kg/ha de N reverteu-se em maior rendimento de forragem, que foi estatisticamente superior à aplicação de 300 e 150 kg/há de N. O efeito da adubação nitrogenada foi linear, sendo descrito pela equação $Y = 6.08 + 0.0047X$ e $R^2 = 0.9211$ (Figura 4). Segundo Novo e Camargo (2002) as pastagens tropicais podem responder linearmente à adubação nitrogenada até o nível de 800 kg/há de N, podendo variar de acordo com o potencial genético das diferentes espécies, com a frequência de cortes e com as condições climáticas.

Tabela 3. Respostas da produção de matéria seca (MS) aos efeitos isolados das cultivares de capim elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte, nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

Cultivares	MS (t/ha)	Nitrogênio (kg/ha)	MS (t/ha)	Idade de corte (dias)	MS (t/ha)
Napier	8.13 a*	150	6.91 b	28	2.81 d
				35	3.47 d
Pioneiro	7.65 a	300	7.26 b	42	4.70 c
				56	8.87 b
Roxo	6.73 b	450	8.33 a	84	17.65 a

* Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A eficiência do N aplicado, independentemente das idades de corte, foi inversamente proporcional aos níveis aplicados: 46.1, 24.2 e 18.51 kg de MS/kg de N, respectivamente para 150; 300 e 450 kg/ha de N, corroborando com Carvalho e Saraiva (1987), Dias (1993) e Faria et al. (1997) que constataram que a eficiência de utilização do N diminui com o aumento da dose aplicada.

Os resultados registrados neste trabalho são superiores aos relatados por Veiga et al. (1986) utilizando os mesmos níveis de N em capim-elefante cv. Cameroon, onde a eficiência do N aplicado foi de 39.2, 22.1 e 17 kg de MS/kg de N, para 150; 300 e 450 kg/ha de N, respectivamente, e inferiores aos encontrados por Costa (1995) o qual obteve 56.6 kg de MS/kg de N também em capim-elefante cv. Cameroon fertilizado com 100 kg/ha de N. Segundo Carambula (1977) a eficiência do N depende das espécies forrageiras e variedades, estágio de desenvolvimento das plantas, níveis aplicados e seu racionamento, frequência de utilização, fatores ambientais e fertilidade do solo.

O efeito da idade da planta sobre a produção de forragem foi linear, sendo descrito pela equação $Y = 5.9838 - 0.2752X$ e $R^2 = 0.9831$ (Figura 5). Esses resultados são superiores aos obtidos por Gonçalves e Costa (1986) para o capim-elefante cv. Cameroon submetido a intervalos de cortes de 84 dias (8.44 t/ha de MS), comparativamente a 70 dias (6.54 t/ha) ou 56 dias (5.11 t/ha) e aos relatados por Queiroz Filho et al. (2000) também com Cameroon aos 40 dias (2.16 t/

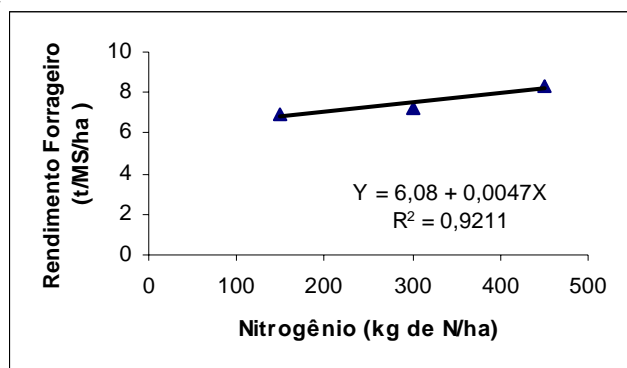


Figura 4. Rendimento forrageiro médio do capim-elefante em função dos níveis nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

ha), 60 dias (4.28 t/ha), 80 dias (6.42 t/ha) e 100 dias (10.3 t/há de MS).

A tendência de aumento para produção de MS com o aumento da idade de corte, verificada nesse experimento, concorda com os resultados observados por Postiglioni (1994), estudando várias cultivares de capim-elefante, e com Acunha e Coelho (1997), avaliando capim-elefante cv Mott.

Relação folha/colmo

As respostas da relação folha/colmo (F/C) aos efeitos isolados dos cultivares de capim-elefante, níveis de N e idade de corte estão apresentadas na Tabela 4. Após análise de variância foi encontrada diferença significativa ($P > 0.05$) na relação F/C das cultivares e dos níveis de N. No entanto, em valores absolutos, a cv. Roxo (1.50) apresentou o melhor desempenho nessa variável, seguido da cv. Napier (1.38) e cv. Pioneiro (1.34).

A relação F/C foi inversamente proporcional à idade da planta, sendo descrita pela equação $Y = 2.4568 - 0.0213X$ e $R^2 = 0.9651$, cujo maior e menor valor foram respectivamente 1.93 aos 28 dias e 0.74 aos 84 dias (Figura 6). Estes dados estão coerentes com os relatados por Santana et al. (1989) trabalhando com as cultivares de capim-elefante cvs. Cameroon, Mineiro e Napier em Goiás, que também verificaram redução na porcentagem de folhas e conseqüente acréscimo na porcentagem de colmos, com o aumento da idade das plantas. Morfofisiologicamente, com o avanço do desenvolvimento das plantas forrageiras, a

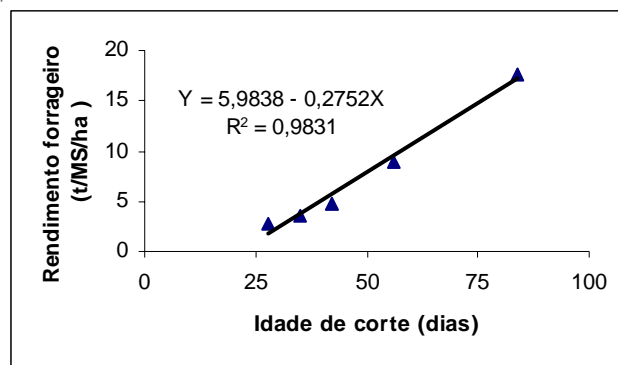


Figura 5. Rendimento forrageiro médio do capim-elefante em função da idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

Tabela 4. Respostas relação folha/colmo (F/C) aos efeitos isolados dos cultivares de capim elefante, níveis de nitrogênio e idade de corte, nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003.

Cultivares	F/C	Nitrogênio (kg/ha)	F/C	Idade de corte (dias)	F/C
Roxo	1.50 a*	150	1.42 a	28	1.93 a
				35	1.73 b
Pioneiro	1.34 a	300	1.42 a	42	1.51 c
				56	1.13 d
Napier	1.38 a	450	1.38 a	84	0.74 e

* Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

fração folha diminui progressivamente, à medida que se intensifica o processo de alongamento do colmo, resultando na redução gradativa da relação F/C. Para Benedetti (2002) a relação F/C é um dos principais parâmetros para alimentação de ruminantes, mais importante do que a disponibilidade de MS, uma vez que estão nas folhas os maiores níveis de nutrientes e por isso primeiramente consumidas. Nesse sentido, Pinto et al. (1994) consideram a relação F/C = 1 como limite crítico para qualidade das forrageiras. Em geral, os resultados obtidos nesse estudo indicam que os cultivares e os níveis de N testados atendem esta recomendação. Entretanto, essa exigência não seria atendida por plantas superiores a 56 dias de idade.

Conclusões

Diante das condições em que foi conduzido este experimento, pode-se concluir que:

- Em geral, as três cultivares estudadas apresentaram comportamentos semelhantes. Entretanto, as cvs. Napier e Pioneiro apresentaram os maiores rendimentos forrageiros.
- A altura da planta, a produção e os teores de MS foram crescentes em função da idade de corte, ocorrendo o inverso com a relação F/C.
- O rendimento forrageiro foi proporcional aos níveis de N. Entretanto, a dose de 150 kg/ha de N apresentou-se mais eficiente em relação à produção de MS.

Resumen

En un suelo arenoso de Parnaíba (Brasil) ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O } 1:25)} = 5.75$; $\text{P} = 9.40 \text{ mg/dm}^3$; K , Ca , Mg , Na e $\text{Al} = 1.85$; 4.28 ; 1.90 ; 0.87 e $0.08 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente), entre agosto y noviembre de 2002 y julio a septiembre de 2003 se evaluó la respuesta de los cultivares (cvs.) pasto elefante Napier, Pioneiro e Roxo a la aplicación de tres dosis de N (150, 300 y 450 kg/ha) y cinco edades de corte (28, 35, 42, 56 e 84 días). Se utilizó un diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas (5 m x 3 m) con cuatro repeticiones. Los cultivares presentaron comportamientos similares, no obstante, los cvs. Napier e Pioneiro presentaron los mayores rendimientos de forraje. La altura de planta y la producción de MS aumentaron con la edad de corte, por el contrario, la relación hoja/tallo disminuyó. El rendimiento de MS fue proporcional a la dosis de N aplicada, alcanzando la mejor eficiencia de N aplicado con la dosis de 150 kg/ha (46 kg de MS/kg de N).

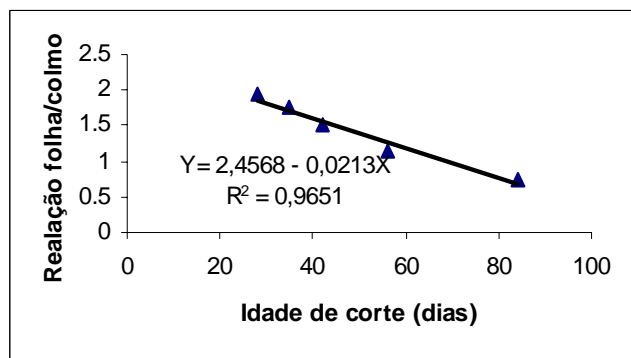


Figura 6 - Relação folha/colmo do capim-elefante em função da idade de corte nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, 2002 e 2003

Summary

The effects of three levels of nitrogen (150, 300 and 450 kg of kg N/ha) and five cut ages (28, 35, 42, 56 and 84 days) about the production of dry matter of the you varieties of elephant grass Napier, Pioneiro and Roxo, they were carried in Parnaíba, Piauí. The experimental design was in complete randomized blocks, with subdivided plots and four repetitions. In general, the three varieties studied they presented similar performance. However, you variety them Napier and Pioneiro they presented the largest forages productions. The height of the plant, the production and the level of dry matter they were growing in function of the age. The relationship leaf/stem it decreased with the cut age. The produce forages was proportional at the levels of nitrogen. However, the dose of 150 kg of N/ha came more efficient in relation to production of dry matter.

Referências

- Acunha J. B. V. e Coelho, R. W. 1997. Efeito da altura e intervalo de corte do capim-elefante Anão. *Pesq. Agrop. Brasil.* 32(1):117-122.
- Almeida, J. de; Costa, B. M. da; Paiva, J. A. de J.; e Tavares, J. T. de Q. 2004. Avaliação de feno de campí-elefante cv. Roxo. *Rev. Bahia Agrícola* 6 (3):67-71.
- Benedetti, E. 2002. Produção de leite a pasto. Salvador, Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 176p.
- Carambula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo. Editorial Hemisfério Sur, 464 p.
- Carneiro, M. S. de S. 1999. Adubação orgânica ou mineral e frequências de corte na produção, composição e aspectos fisiológicos de *Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.
- Carvalho, L. de A. 1985. *Pennisetum purpureum*, Schum.: revisão. Coronel Pacheco, MG. Embrapa-Cnpq. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cnpq). *Bol. Pesq.* 10. 85 p.
- Carvalho, M. M. e Saraiva, O. F. 1987. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicações de nitrogênio em regime de cortes. *Ver. Soc. Brasil. Zoot.* 16 (5):442-445.
- Carvalho, M. V. B. de M. A.; Silva, A. L. C.; Dubeux Jr., J. C. B.; Santos, M. V. F. dos e Ferreira, R. L. C. 2000. Efeito da idade de corte sobre a produtividade de gramíneas tropicais. En: Congresso Nordeste de Produção Animal, 2., 2000, Teresina. Anais. Teresina: SNPA. p.78-80.
- Corsi, M. 1978. Estacionalidade de produção de forragens. Pirassununga, 18 p. (Mnusc.).
- Costa, N. de L. 1995. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. *Pesq. Agropec. Brasil.* 30(3):401-408.
- Daher, R. F.; Vázquez, H. M.; Pereira, A. V. e Fernandes, A. M. 2000. Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Rev. Soc. Brasil. Zoot.* 29(5):1296-1301.
- Deschamps, F. C. 1997. Perfil fenológico de três ecotipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: SBZ. v.2, p.61-63.
- Dias, P. F. 1993. Efeito da adubação nitrogenada sobre o rendimento, composição bromatológica e digestibilidade in vitro de três gramíneas forrageiras tropicais. 150 p. Dissertação Mestrado em Forragicultura e Pastagens – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 150 p.
- Euclides, V. P. B. 1995. Valor alimentício de espécies do gênero *Panicum*. En: Simpósio sobre Pastagem, 9., 1988, Piracicaba. Anais. Piracicaba. FEALQ. p. 245-273.
- Faria, J. R.; González, B. e Mármol, J. F. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y

- fosfatada sobre el rendimento total y distribución en hoja, tallo y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Rev. Fac. Agron. 14:417-425.
- Gomide, J. A. 1989. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. En: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, 1989, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FUNEP, p. 237-270.
- Gonçalves, C. A. e Costa, N. de L. 1986. Freqüência de corte de capim-elefante cv. Cameroon em Rondônia. Porto Velho: Embrapa-UEPAE Porto Velho, Embrapa-UEPAE Porto Velho. Com. Téc. 43. 8 p.
- Lavres Jr., J. 2001. Combinações de níveis de nitrogênio e potássio para o capim-mombaça. Piracicaba. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 103 p.
- Novo, A. L. M. e Camargo, A. C. de. 2002. Manejo intensivo de pastagens. En: Curso à distancia em bovinocultura leiteira. Módulo III: Manejo de pastagens. São Paulo, Instituto Fernando Costa.
- Omaliko, C. P. E. 1980. Influence of initial cutting date and cutting frequency on yield and quality of star, elephant and guinea grasses. Grass Forage Sci. 35 (2):139-145.
- Pereira, A. V.; Martins, C. E.; Filho, A. B. C.; Côser, A. C.; Teles, F. M.; Ferreira, R. de P.; Amorim, M. E. T.; e Rocha, A. F. 1997. Pioneiro - Nova cultivar de capim-elefante para pastejo. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. 1997, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora. Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 102-104.
- Pimentel, J. M. 1999. Demandas tecnológicas e não-tecnológicas do sistema agroindustrial do leite da Região Nordeste. En.: Seminário Identificação de Restrições Técnicas, Econômicas e Institucionais ao Desenvolvimento do Setor Leiteiro Nacional - Região Nordeste. 1998. Fortaleza, Anais. Brasília: MCT/CNPQ/PADCT, Juiz de Fora: Embrapa-Cnppl, p. 131-138.
- Pinto, J. C.; Gomide, J. A.; e Maestri, M. 1994. Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com dois níveis de nitrogênio. Rev. Soc. Brasil. Zoot. 23(3):313-326.
- Postiglioni, S. R. 1994. Rendimento de seis cultivares de capim-elefante na região dos campos gerais do Paraná. En: Simpósio sobre Capim-Elefante, 2, Juiz de Fora, MG. Anais. Coronel Pacheco, Embrapa-Cnppl. p.230.
- Queiroz Filho, J. L. de; Silva, D. S. da; e Nascimento, I. S. do. 2000. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. Rev. Brasil. Zoot. 29(1):1-10.
- Rodrigues, B. H. N.; Magalhães, J. A.; e Mattei, D. A. 2004. Efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em Parnaíba – Piauí. En: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 31., 2004, São Luís. Anais. São Luís: SBMV/SMMV. CD-Rom.
- Santana, J. P.; Pereira, J. M.; e Arruda, N. G. 1989. Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no Sul da Bahia. I. Agrossistema Cacaueiro. Ver. Brasil. Zoot. 18(3):273-282.
- Silva, F. A. S. 1996. The Assistat: statistical assistance. En: International Conference on Computers in Agriculture, 6., Cancun, 1996. Anais. Cancun. Amer. Soc. Agric. Engin. p. 294-298.
- Veiga, J. B.; Simão Neto, M.; Serrão, E. A. S.; e Tjon-Pian-Gi, I. D. 1986. Resposta do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) a nitrogênio, fósforo e potássio em Tracuateua e Benevides, Pará. En: Simpósio do Trópico Úmido, 1., 1984, Belém. Anais. Belém: Embrapa-Cpatu, v. 5, p. 87-92.

Efecto de extractos acuosos de *Brachiaria bryzantha* en la capacidad reproductiva de la garrapata común (*Boophilus microplus*)

C. E. Villar* y A. Rincón**

Introducción

La garrapata común del ganado (*Boophilus microplus*) es un parásito externo, hematófago, de amplia distribución en Colombia desde el nivel del mar hasta 2400 m.s.n.m. (López, 1980). Los daños causados por este ectoparásito se manifiestan en menor producción de carne y leche, retraso en el crecimiento, daños en la calidad de las pieles y transmisión de enfermedades como la Babesiosis (Loesa, 1969). Turner y Short (1972) encontraron que existe relación entre la ganancia de peso vivo animal y el número de total de garrapatas por animal. El control de garrapata se realiza principalmente con productos químicos como insecticidas y acaricidas, no obstante, se ha comprobado resistencia genética a diferentes grupos químicos de pesticidas.

El concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP), desarrollado para el control de plagas en cultivos agrícolas, se ha adaptado para el control de los parásitos en ganado vacuno, siendo importantes los estudios bioecológicos (Benavides, 2001). Se ha encontrado que el tipo de pastura tiene un efecto importante en la supervivencia de poblaciones y especies de garrapatas (Wilkinson, 1979) Thompson et al. (1978) y De Jesús (1934) encontraron que el pasto gordura (*Melinis minutiflora*) reduce severamente la infestación de *Boophilus microplus* en bovinos. Aycardi et al. (1984) en la altillanura plana de los Llanos Orientales de

Colombia encontraron que las cargas de garrapatas en novillas que pastaban *Brachiaria decumbens* eran significativamente más altas que en aquellas que pastaban en *Andropogon gayanus*, *Melinis minutiflora* o sabana nativa. Benavides (1983, 1989) estudio la duración de las fases del ciclo no-parasitico de *B. microplus*, en el pasto *Brachiaria decumbens* en los Centros de Investigación La Libertad (Piedemonte llanero) y Carimagua (Altillanura plana) y determinó que la duración del periodo adulto-larva, era entre 4 y 5 semanas, tanto en la época seca como en la lluviosa, además encontró que en la primera la supervivencia larvaria se acortaba a 4 semanas en ambas regiones, comparada con una duracion entre 6 y 7 semanas en la época lluviosa.

Villar (1990) estudió la duración de los estadios joven y adulto y la supervivencia de garrapatas en *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. bryzantha* cv. La Libertad y *B. Humidicola* y observo que en *B. bryzantha* el ataque fue 20% menor que en las demás especies. Este cultivar tiene, además, resistencia tipo antibiosis a insectos cercópodos (mión de los pastos) (Ferrufino y Lapointe, 1989). La resistencia se caracteriza por una baja supervivencia de las ninfas a medida que avanzan hacia el estado adulto, lo que limita el crecimiento de poblaciones del insecto y minimiza la emergencia de los adultos (Lapointe, et al, 1992). El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar efecto de extractos acuosos de *Brachiaria bryzantha* cvs. La

* Médico Veterinario. Especialista en Ecología Medio Ambiente y Desarrollo. Asesor Particular.
E.mail: villacleves@yahoo.es

**Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Corpoica. Grupo Regional Pecuario. CI : La Libertad.
E.mail: a_rincon2001@ yahoo.com

Libertad (CIAT 26646-Colombia) y Marandu (CIAT 6780-Brasil) en la capacidad reproductiva de la garrapata común (*Boophilus microplus*) como una alternativa para el manejo biológico de este ectoparásito.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Laboratorio de Salud Animal, del Centro de Investigación La Libertad, de Corpoica, en Villavicencio (Colombia). Se compararon extractos acuosos de raíz, tallo y hoja de pasturas de *B. brizantha* cv. La Libertad y *B. brizantha* cv. Marandu, recolectadas de una colección experimental del CIAT en el Centro de Investigación La Libertad de Corpoica. Además, se incluyeron tratamientos testigo con agua destilada y control químico con un acaricida comercial (Amitraz) en una dilución 1:600.

En cada una de las seis repeticiones se utilizaron 10 garrapatas hembras (teleoginas), ingurgitadas de sangre y aptas para iniciar postura, las cuales se pesaron en una balanza electrónica de precisión Mettler y se distribuyeron uniformemente por peso entre los tratamientos. Las garrapatas se obtuvieron de terneros Holstein infestados artificialmente con 10,000 larvas de garrapatas.

Para la aplicación de los tratamientos se tomaron grupos de 10 garrapatas que se sumergieron durante 10 min en soluciones acuosas de extractos de raíz, tallo y hoja, agua

destilada y solución al 1:600 de Amitraz, de acuerdo a la técnica descrita por Drummond et al. (1970). Después de la inmersión fueron secadas con toallas de papel y se llevaron a un incubador a 28 °C y 80% de humedad relativa durante 14 días hasta la finalización de su postura. Terminada la oviposición a los 14 días, se pesaron los huevos de las 10 hembras para cada repetición. Los resultados se expresaron como Índice de la Eficiencia de la Conversión (IEC) que se obtiene dividiendo el peso de los huevos de 10 hembras/sobre el peso de las mismas (Drummond, et. al. 1970).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con seis repeticiones en un arreglo factorial 2 x 5⁻² dos cultivares de pasturas de *B. brizantha* (cvs. La libertad y Marandu) y cinco tratamientos (extractos acuosos de tallo, raíz, hoja, testigo con agua destilada y control químico con Amitraz). Para el análisis de los resultados se empleó el análisis de varianza y la comparación de medias por la prueba de Duncan.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa que el Amitraz y los extractos de *B. brizantha* cv Marandu redujeron ($P < 0.05$) el peso y la población de huevos de garrapata. Con el primero el peso de 10 hembras fue de 2199 mg vs. 2229 mg en el testigo, mientras que la población se redujo de 21,704 individuos a 2920. En el caso del extracto de *B. brizantha* cv. Marandu,

Cuadro 1. Efecto del control químico y de los extractos de *Brachiaria brizantha* cvs. La Libertad (CIAT 26646 y Marandu (CIAT 6780) en la capacidad reproductiva de la garrapata *Boophilus microplus* (n = 10 hembras) en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamientos	Huevos (no.)	Peso huevos (mg).	Peso de 10 hembras (mg)	IEC ^a
Testigo	21,704 a*	1085 a	2229 a	0.49 a
<i>B. brizantha</i> cv La libertad	19,579 a	978 a	2000 b	0.49 a
<i>B. brizantha</i> cv Marandu	10,582 b	529 b	1916 b	0.27 b
Control químico (Amitraz)	2920 c	146 c	2199 a	0.06 c
Tallo	17,886 a	894 a	2007 a	0.44 a
Raíz	17,146 a	857 a	1966 a	0.43 a
Hoja	9760 b	488 b	1854 a	0.26 c
C.V. (%)	18.7	18.7	9.4	14.5

a. Índice de la Eficiencia de la Conversión (Peso huevos/Peso hembras).

* Promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

el peso de 10 hembras fue de 1916 mg y la población de garrapatas de 10,582 individuos. El extracto de *B. brizantha* cv La Libertad no ejerció efecto sobre la población de garrapatas ($P > 0.05$). El IEC mostró el efecto positivo del extracto de *B. brizantha* cv Marandu y el control químico con Amitraz sobre la capacidad reproductiva de las garrapatas. Con el extracto este fue de 0.27 y con Amitraz fue de 0.06 en comparación con el testigo que presentó un IEC de 0.49. Por otra parte, el extracto de las hojas presentó un mayor control ($P < 0.05$) en el número de huevos y su peso se redujo en 50% frente a los extractos elaborados con tallo o con raíz.

Conclusión

Los resultados de este estudio preliminar permiten concluir que *B. brizantha* cv. Marandu, aunque no mostró un efecto acaricida similar al control químico con un garrapaticida comercial, sí mostró tener un efecto al reducir la producción de huevos de este ectoparásito, lo que constituye un posible beneficio adicional para el productor ganadero. Este hecho, sumado a la resistencia al ataque del mión de los pastos, hacen de este cultivar una alternativa para el manejo biológico de estas plagas, limitantes de la producción bovina en zonas tropicales de América Latina.

Summary

The study was carried out at the CORPOICA Research Center La Libertad, located in the eastern foothill of Colombia. The objective of the experiment, was to evaluate the effect of watery extracts of root, leaf, stem, chemical control with Amitraz and control with distilled water, on parameters of reproductive ability of cattle tick *Boophilus microplus*, as weight of eggs, number eggs, and Conversion Efficiency Index, to evaluate these parameters was used the technique described for Drummond et. al, 1.970. Results showed differences statistically different ($P < 0.05$), between parameters studied. Also *Brachiaria bryzantha* .cv. Marandu and Amitraz, decreased the number of eggs in 11112 (51.3%), and 18784 (86.5%), compared with control with distilled water, the parameters of Conversion Efficiency Index was similar 0.27 y 0.06, *B. bryzantha* La Libertad, had not effect. The study permitted

to determine other possible benefic effect of *B. bryzantha* c.v. Marandu, to aid at the control of tick *B. microplus*.

Referencias

- Aycardi, E; Benavides, E; García, O; Henao, F; y Zuluaga, F. N. 1984. *Boophilus mciroplus* tick burdens on grazing cattle in Colombia. Tropical Animal Health Production. 16:78-84.
- Benavides, E. 1.983. Observaciones sobre la fase no parasitica del ciclo evolutivo de *Boophilus microplus* en la altillanura plana colombiana. Rev. ICA. 18.:513-524.
- _____. 1989. Biología oviposicional de la garrapata *Boophilus microplus* en condiciones de los Llanos Orientales de Colombia. Rev. ICA. 19(1):25-32.
- _____. 2001. Generación de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) para el control de enfermedades parasitarias del ganado. Plan de Modernización de la Ganadería Bovina. Corpoica-Fedegan. Fase I. Trópico bajo. Informe Final.
- De Jesus, Z. 1.934. The repellent and killing effects of Gordura grasses on larve of cattle tick *B. australis*. Philippine Journal of Animal Industry. V1- p 193-207.
- Drummond, R. O; Gladney, W; Whetstone, T; e Ernest, S. 1970. Laboratory testing of insecticides for control of the winter tick. J. Econ. Entom. 64:686-688..
- Ferrufino, A. y Lapointe, S. L. 1989. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittle bug *Zulia colombiana*. Entomol. Exp. Appl. 51:155-162.
- Lapointe, S. L. y Miles, J.W. 1992. Germoplasm case study. in. pastures for the tropical lowlands. Ciat's Contribution. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Colombia. p. 43-55.
- Loeza, R. 1969. Bases para la identificación de algunos géneros de garrapatas. En: Manual de Diagnóstico Numero 2. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México. I-VI. 1-36.

López, V. G. 1980. Bioecología y distribución de garrapatas en Colombia. En: Control de garrapatas. ICA. Regional 4, Antioquia-Choco.

Thompson, K. C y Romero, T. 1978. Antitick grasses as the basis for developing practical tick control packages. Trop. Anim. Health Prod. 10:179-182.

Turner, H. G y Short, A. J. 1972 Effect of field infestations of gastrointestinal helminths and of the cattle tick *Boophilus microplus* growth of three breeds of cattle. Austr. J. Agric. Res. 23:177-193.

Villar, C. 1990. Informe Anual. Programa de Patología Animal. ICA. CI La Libertad.

Wilkinson, P.R. 1979. Ecological aspects of pest management of Ixodid ticks. Adv. Acarology. II. 25-33.

Effects of nitrogen fertilization on buffel grass productivity and water efficiency use

H. R. de Medeiros*, J. C. B. Dubeux Jr.** e E. Sobral Neto***

Introduction

The Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*, L.) is perennial forage that tolerates semi-arid conditions, grazing and is not very exigent in soil fertility (Araujo Filho, 1988). These qualities permits point the Buffel grass as a good alternative to improve the animal production in semi-arid zone of Brazil (Oliveira, 1996). The mean productivity of Buffel grass at semi-arid zone in Brazil is 5.5 t, on dry matter basis, of forage per hectare per year without correction of soil fertility (Oliveira, 1996). However, this production could be improved with use nitrogen fertilizer.

On the other hand, experiments that evaluate forage production with use nitrogen (N) or other fertilizer is not common in semi-arid zone of Brazil. In this region, the soil is poor in fertility, principally in organic matter, and rain events as less and had an irregular distribution during the year (Aouad, 1984). In this way, water is not the unique limiting factor that affects the growth forage it is also associate with poor soil fertility conditions and a competition for nutrients with native species. For this reasons the research was carried out to study the effects of five levels (0, 60, 120, 240 and 480 kg/ha of N) of fertilization on production of aerial parts (leaf and stem) and roots, leaf/stem ratio, tillering number and water use efficiency in Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*, L.).

Material and methods

This research was carried out at green house in Animal Science Department of Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE). It

evaluates the effects of five levels of N fertilization: 0; 60; 120; 240 e 480 kg/ha divided in five applications each level.

It was utilized plastic vases with carrying capacity to 10 liters of water. The vases was filled with a Podzolic soil with low fertility (pH = 5.4, P = 3.4 ppm; K = 31 ppm, Ca + Mg = 2.3 e.mg./100g of soil, Al = 0.10 e.mg./100 g of soil; Na = 15 ppm) according chemical analyses. During the planting, it was done correction of soil fertility, in all treatments, with 100 kg/ha and 200 kg/ha, respectively, with P₂O₅ and K₂O.

The planting of seed was done and after emerged, the plant population per vase was controlled, being used 6 plants/vase. The standard cut was done at 10 cm of high and 35 days after seedling. After that, each 28 days of growth all of treatments were harvested. The N fertilizer was applied after each harvest.

It was evaluated the dry matter production of aerial parts (leaf and stem) (PAP) and roots (RP), leaf/stem ratio (LSR), number of tillers per vase (NT) and water use efficiency (WUE). The PAP was the forage produced bellow 10 cm of high and it was obtained from the sum of five harvests per experimental unit. The RP was evaluated at the end of experiment, where the roots was washed and put in an air forced stuff regulated to maintain temperature between 60 to 65°C for the necessary period to constant weight. The LSR was determined by separation of all leaf and stem parts, weight separately and considering the values expressed in dry matter (DM) basis. The NT was determined by counting the total number of tillers per vase. The WUE was calculated by the quotient between the total of

* Veterinary, DSc, mail:hrdemedeiros@yahoo.com.br

** Agronomy, PhD, Professor in Department of Zootecnia UFRPE; e-mail: dubeux@ufrpe.edu

*** Zootecnist

water used in each experimental unit between its productions. The experimental design utilized in this research was a complete randomized block with three repetitions for each treatment. After the average comparison, by Tukey test, it was done an analysis of regression between the level of production and PAP, RP, NT, LSR and WUE.

Results and discussion

I was observed a positive response of Buffel grass to N fertilization, with an increase of production of aerial parts and root in this species (Table 1). The highest level of N fertilization produced 276% more when compared without fertilizer. Besides, the fertilizer increase the water use efficient of grass and plants without N need 233% more water to produce the same quantity when compared to treatment with 480 kg/ha of N. In the semi-arid regions, the production of the Buffel grass could be increase in two times or more with use N fertilization, it results in a better water use efficiency for the plants and saving this important and scarce to these regions (Wiedenfeld et al., 1982). These results agree with Tabosa et al. (1990) that obtained an increase of water use efficiency of *sorghum* spp. in semi-arid zone of Brazil when organic fertilization was utilized in this crop. They observed that not only water is the limiting factor of growth plants, but is associated with others factors like soil fertility and structure.

According to the analyses coefficient of determination (R^2), expressed in Table 1, is positively and have statistical significance ($P < 0.05$), except LSR, according the Table proposed by Little and Hills (1972). The LSR was not affected by fertilization ($P > 0.05$), but this values was bigger when compared with others from Brazil data (Araújo Filho, 1988). Probably it is a consequence of the high (10 cm) used to harvest the plants. It results on an underestimation of participation of stem on the crop growth. It could represent 50% of total growth of plant, in a tropical species (Pinto, 2000). The linear effects of N fertilization on the RP and NT evidence the importance of this practice in semi-arid regions. The root growth is very important to the production of plant increasing its capacity of absorption (Squire, 1990). This characteristic is especially important to the survival of plants in long dry periods, because it permits then absorbed more water!. On the other hand, the NT permits to the plant regrowth and accumulate more soluble carbohydrates to synthesize it.

These results, logically, could not be extrapolated to grasslands because was obtained in stuff with controlled conditions. But, it demonstrates that Buffel grass could increase the production and quality if soil corrections fertilizer practices was done. Probably, in regions where raining between 500 a 600 mm per year and an irregular distribution, like in semi-arid zone of Brazil, the optimum level of fertilizer will be lower than 100 kg/ha of N per year.

Table 1. Effects of five nitrogen fertilizer levels (0, 60, 120, 240 and 480 kg/ha) on aerial parts (leaf and stem) production (APP); Root production (RP); leaf stem ratio (LSR); number of tillers (NT) and water use efficiency (WUE) of Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*, L.). The values used are in dry matter basis.

Fertilizer (kg/ha, N)	APP (g/vase)	RP (g/vase)	LSR	NT (Tillers/vase)	WUE ^a
0	6.3	41.0	9.7	53	333
60	8.0	50.0	17.7	76	306
120	11.3	48.7	12.7	97	204
240	15.3	54.0	15.0	144	154
480	27.3	97.3	12.3	135	100
Linear effect	0.00002	0.00183	0.97977	0.00038	0.00005
R ²	0.99	0.90	0.00	0.71	0.86
Quadratic effect	0.07369	0.24682	0.19238	0.00987	0.1385
R ²	0.99	0.97	0.27	0.98	0.96
C.V.**	12.3	29.33	28.82	21.02	17.01

a. It was considered the water use efficiency (kg of water/kg of production on dry matter basis) at higher fertilization level (480 kg/ha) equal to 100%

* R² = coefficient of determination of equation.

** CV = Coefficient of variation.

Conclusions

The Buffel grass responds positively to nitrogen fertilization, increasing the production of aerial parts, roots, and tillering and water use efficiency. However, it had no effect on the leaf/stem ratio of plant. This indicates that more studies about the impact of nitrogen fertilizer on production of Buffel grass in grasslands conditions must be done.

Resumen

Bajo condiciones de invernadero del Departamento de Ciencias Animales de la Universidad Federla Rural de (UFRPE) se evaluaron los efectos de cinco niveles de fertilización nitrogenada (0, 60, 120, 240 y 480 kg/ha de N) en el desempeño del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.). El estudio se hizo potes plásticos de 10 lt de capacidad utilizando un Podzol de baja fertilidad (pH = 5.4, P = 3.4 ppm; K = 31 ppm, Ca + Mg = 2.3 e.mg./100 g de suelo, Al = 0.10 e.mg./100 g de suelo, Na = 15 ppm). Durante el establecimiento se aplicaron 100 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: producción de materia seca de la parte aérea (PMSPA), producción de materia seca de las raíces (PMSR), relación hoja/tallo (RHT), número de macollos (NM) y eficiencia de uso del agua (EUA). Los resultados demuestran un efecto lineal (P < 0.002) sobre la PMSPA y PMSR y efectos lineales y cuadráticos sobre NM y EUA (P < 0.02). La RHT no fue influenciada por el uso de fertilizante nitrogenado. En resumen, puede concluirse que el pasto Buffel responde positivamente a la fertilización nitrogenada.

Resumo

Foi avaliado o efeito de cinco níveis de adubação nitrogenada (0; 60; 120; 240 e 480 kg de N/ha) sob o desempenho do Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram avaliados a produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), produção de matéria seca das raízes (PMSR), relação folha/colmo (RFC), número de perfilhos (NP) e eficiência de uso d'água (EUA). Foi constatado um efeito linear (P < 0,002) para PMSPA e PMSR

e um efeito linear e quadrático (P < 0,02) para NP e EUA. A RFC não foi influenciada pela adubação nitrogenada. De maneira geral, pode-se concluir que o Capim Buffel respondeu positivamente à adubação nitrogenada.

References

- Aouad, M. dos S. 1986. Clima da Caatinga. En: Simpósio sobre Caatinga e sua Exploração Racional, 1984. Feira de Santana-BA. Anais. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-DDT). p. 37-48.
- Araújo Filho, J.A. 1988. Manejo de plantas forrageiras – *Cenchrus*. En: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. 9. Piracicaba, 1988. Anais.. A. M Peixoto, J. C. de Moura e V.P. de Faria (eds.). Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiro (FEALQ). p. 219-230.
- Little, T. M. e Hills, F. J. 1972. Statistical methods in agricultural research. Davis. University of California, 242 p.
- Oliveira, E. R. de. 1996. Alternativas de alimentação para a pecuária no semi-árido nordestino. En: Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, 6, Natal - RN, 1996. Anais. Natal. UFRN-Empan. p. 127-135.
- Squire, G. R. 1990. The physiology of tropical crop production. CAB International. 236 p.
- Tabosa, J. N.; Santos, D. C. dos; Tavares Filho, J. J.; Nascimento, M. M. A. do; Farias, I.; Lira, M. de A.; Gomes, R. V.; Melo, P. C. S.; e Santos, M. C. S. dos. Eficiência da adubação orgânica anual sobre a produção de matéria seca e uso de água em sorgo forrageiro no Agreste semi-árido de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, número especial, julho/dezembro. vol. 7:7-20.
- Wiedenfeld, R. P.; Woodward, W. T. W.; e Hoverson, R. R. 1982. Dryland forage responses to nitrogen and phosphorus fertilization in South Texas. Texas Agric. Expt. St. PR - 4016. 9 p.

Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unidade fototérmica*

H. R. de Medeiros**, C. G. Silveira Pedreira***, N. A. Villa Nova[†], e A. C. L. de Mello[‡]

Introdução

O crescimento das pastagens não é uniforme ao longo do ano. Este é maior na estação quente/chuvosa (primavera e verão) e reduzido (podendo até cessar) na estação fria/seca (outono e inverno). Essa alternância de produtividade é definida como estacionalidade de produção (Rolim, 1980). Dentre os fatores que geram a estacionalidade de uma espécie forrageira estão suas características fisiológicas determinadas geneticamente como a temperatura base e a sensibilidade ao fotoperíodo.

Define-se como temperatura base ou temperatura limiar, a temperatura que limita o desenvolvimento vegetativo de uma espécie tornando-o desprezível ou praticamente nulo (McWilliam, 1978). Estas temperaturas, é fator reconhecido, têm limite superior (temperatura base superior) e inferior (temperatura base inferior), sendo que estes valores dependem da espécie e da região de origem desta, tropical ou temperada (Alcântara et al., 1993; Rodrigues et al., 1993). Assim, no presente trabalho é demonstrado um método para estimar os valores da temperatura base inferior, utilizando o modelo proposto por Villa Nova et al. (1983) que estima a produção de forragem

(kg/ha de matéria seca -MS) em função quantidade de unidades fototérmicas (UF) do período.

Material e métodos

A produtividade de matéria seca (MS) de uma espécie forrageira pode ser determinada, para as condições de ausência de déficit hídrico pela função sigmóide

$P = f(UF)$ onde P é a produção (kg/ha de MS) e a grandeza UF é denominada Unidade Fototérmica (Villa Nova et al., 1983). A unidade fototérmica foi definida por Villa Nova et al. (1983) pela equação:

$$UF = \frac{\left(\frac{n}{2} \overline{GD}\right)^{\frac{Nf}{Ni}+1}}{\frac{Nf}{Ni}+1} \quad (1)$$

onde:

- UF = Número de unidades fototérmicas correspondente ao período de n dias de desenvolvimento após a desfolha,
- \overline{GD} = Graus-dia médio do período de n dias,
- Nf = Valor do fotoperíodo (horas e décimos) no final do período de crescimento,
- Ni = Valor do fotoperíodo no início do período de crescimento.

* Trabalho desenvolvido com apoio da Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP

** Médico Veterinário, DSc em Ciência Animal e Pastagens pela USP/ESALQ.

Email: hrdemedeiros@yahoo.com.br

*** Professor Doutor da USP/ESALQ, Endereço: ESALQ, Departamento de Produção Animal - Setor Ruminantes, Av. Pádua Dias caixa Postal 9, Piracicaba - SP. CEP: 13 418 - 900. Email: cgsdpedre@esalq.usp.br

[†] Professor Associado da USP/ESALQ, Bolsista do CNPQ. Endereço: ESALQ, Departamento de Ciências Exatas, Av. Pádua Dias caixa Postal 9, Piracicaba - SP. CEP: 13 418 - 900. Email: navnova@esalq.usp.br

[‡] Professor Adjunto, DSc. Departamento de Zootecnia CECA/UFAL, Rio Largo, AL - Brasil

O valor de \overline{GD} é expresso de acordo com Villa Nova et al. (1972) pelas equações:

$$\overline{GD} = (\overline{T} - TB) - C \quad (2)$$

$$\overline{GD} = \frac{(\overline{T_x} - TB)^2}{2(\overline{T_x} - \overline{T_m})} - C \quad (3)$$

sendo:

\overline{GD} = Grau-dia médio do período de n dias

$\overline{T_x}$ = Média das temperaturas máximas do período

TB = Temperatura base da planta

$\overline{T_m}$ = Média das temperaturas mínimas do período

\overline{T} = Temperatura média do período, calculada pela média de e

C = Correção de temperatura base superior.

Villa Nova et al. (1999) utilizando dados de produtividade de capim elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum) irrigado em Piracicaba (SP), determinados por Ghelfi Filho (1982), em períodos de 60 dias entre cortes, determinaram a seguinte função de produção:

$$P = \frac{12.61}{1 + e^{2.85 - 8.133 \times 10^{-5} UF}} \quad (7)$$

onde:

P = produção de MS (t/ha) no período de n dias

UF = quantidade de unidades fototérmicas acumuladas no período de n dias

Assim, o valor de TB pode ser estimado com base na premissa de que dois pontos de produção de forragem (P_x e P_y) na fase linear da função deverão estar entre si assim como a quantidade de unidades fototérmicas (UF_x e UF_y) acumuladas nestes períodos de tempo ou seja:

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{UF_x}{UF_y} \quad (8)$$

Assim, se deixarmos como incógnita apenas a temperatura base, uma vez que todos os demais termos das equações (fotoperíodo, temperaturas máxima, média e mínima) podem ser determinados, poderemos calcular a TB .

Resultados e discussão

Os conceitos propostos neste trabalho foram testados utilizando os resultados de produção (toneladas/hectare -t/ha) de capim cv. Napier medidos por Ghelfi Filho (1982) em seis períodos de crescimento e ausência de estresse hídrico na região de Piracicaba (SP), latitude 22.71° S (Tabela 1). A produção de MS foi estimada utilizando o modelo proposto por Villa Nova et al. (1999), para isto foram medidas a temperatura (máxima, média e mínima), o fotoperíodo inicial e final e a quantidade de unidades fototérmicas acumuladas em cada um dos períodos de crescimento avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Dados meteorológicos, fotoperíodo (N) unidades fototérmicas (UF) e produção obtida de capim cv. Napier (kg/ha) nas épocas correspondentes em Piracicaba, SP (Lat~22.71° S).

Período (no.)	Fechas	n (dias)	$\overline{T_x}$ (°C)	$\overline{T_m}$ (°C)	\overline{T} (°C)	$\frac{n\overline{GD}}{2}$	Ni (horas)	Nf (horas)	UF	Produção (kg/ha)
1	20/02 - 21/04	61	30.7	18.1	24.41	287	12,673	11,337	5.696	3920
2	22/04 - 21/06	61	28.6	14.1	21.3	194	11,317	10,621	647	1850
3	22/06 - 21/08	61	24.7	9.8	17.3	96	10,621	11,318	3.391	1440
4	22/08 - 21/10	60	26.7	13.9	20.3	160	11,377	12,596	49	2660
5	22/10 - 21/12	60	29.7	17.1	23.4	252	12,617	13,379	6.677	8030
6	22/12 - 21/02	62	32.0	18.8	25.4	318	13,379	12,613	10.759	7170

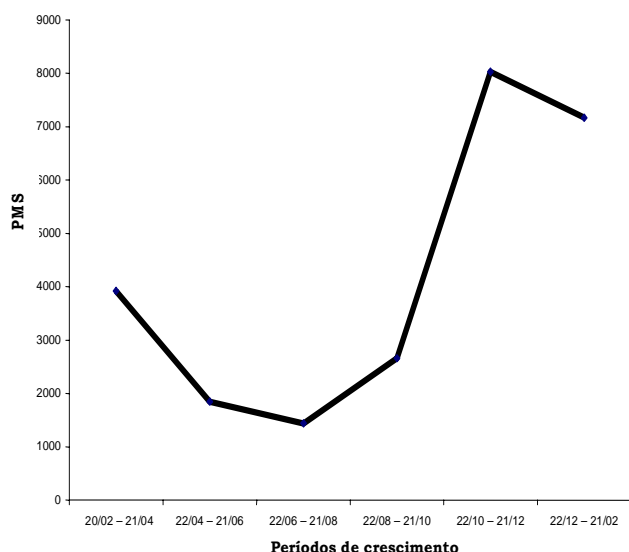


Figura 1. Produção de matéria seca (PMS) (kg/hectare) de capim Napier (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) colhido a cada 60 dias.

Considerando a condição representada pela equação 8, foram utilizados os períodos cinco (22/10 a 21/12) e seis (22/12 a 21/02) para estimar a temperatura base do capim (Figura 1). Estes dois períodos foram escolhidos porque: (1) estão dentro do intervalo em que o crescimento das plantas é linear (Figura 1), (2) são consecutivos (seqüenciais) e (3) foram medidos num período durante as estações primavera e verão, quando é maior a produção de forragem.

Neste período (primavera e verão) a temperatura média do ar e o fotoperíodo são crescentes, o que permite a planta otimizar a fotossíntese e suprir energia para o seu crescimento (Hodges, 1991; Lemos Filho et al., 1997).

Aplicando a função de produção (equação 7) proposta por Villa Nova et al. (1999) o valor de temperatura base inferior estimado foi 15 °C (Tabela 2). Este valor é semelhante ao indicado por McWilliam (1978) para gramíneas forrageiras tropicais e demonstra a consistência do método.

A produção das plantas é resultado do efeito do clima, que condiciona a adaptação, a persistência e a produção da pastagem (Rodrigues et al., 1989). Assim, como as características climáticas de cada região variam de acordo com a latitude e longitude

do local e época do ano, este método poderá ser uma das ferramentas utilizadas para elaborar o zoneamento climático e determinar temperatura base de gramíneas das forrageiras.

Além disto, a utilização de modelos de simulação pode ajudar a compreensão, quantificação e estimativa das interações entre o ambiente e a planta (Nabinger, 1997). Isto é interessante, pois o fotoperíodo e a temperatura do ar dificilmente podem ser manipulados, exceto em estufas (casa de vegetação) e em simulações.

Deste modo, este modelo poderá ser uma ferramenta para auxiliar a compreensão das interações que ocorrem entre a temperatura e o fotoperíodo. Isto se deve ao fato da produção de MS das espécies vegetais ser o resultado da quantidade de luz interceptada, da eficiência fotossintética e da capacidade de transporte de fotoassimilados (Ludlow, 1978).

A luz e seu comprimento de onda afetam tanto o processo de fotossíntese como o transporte de fotoassimilados (Rodrigues et al. 1993). Estes fatores explicam por que diversos trabalhos conduzidos em vários lugares indicam que aproximadamente 85% da produção de forragem ocorre na estação quente/chuvosa.

Tabela 2. Relação entre a produção (P) de forragem medida por Ghelfi Filho (1982), quantidade de unidades fototérmicas (UF) acumuladas utilizadas temperatura base variando de 10 a 20 °C e o desvio (diferença entre o valor estimado e o medido) para os períodos de crescimento 5 e 6, respectivamente 22/10 a 21/12 e 22/12 a 21/02.

TB	P6/P5	Uf6/Uf5	Desvio
10	0.89	0.73	-0.16
11	0.89	0.75	0.84
12	0.89	0.78	0.87
13	0.89	0.81	0.91
14	0.89	0.85	0.95
15	0.89	0.89	1.00
16	0.89	0.95	1.07
17	0.89	1.03	1.16
18	0.89	1.15	1.28
19	0.89	1.32	1.48
20	0.89	1.61	1.80

Conclusões

A utilização do conceito de Unidade Fototérmica mostrou-se adequada para estimar a temperatura base (*T_B*) inferior do capim elefante cv. Napier. Este método poderá ser utilizado para a elaboração de um zoneamento climático de plantas forrageiras e auxiliar a escolha de espécies forrageiras a serem implantadas em pastagens.

Resumen

Se evalúa el valor de la determinación de la temperatura base inferior de pasturas de elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Napier como un parámetro para estimar la producción de MS en función de de la cantidad de unidades fototérmicas (*UF*) del período considerado. La producción de MS puede ser estimada, en condiciones de ausencia de déficit hídrico, por la función: $P = f(UF)$, donde *P* es la producción (kg/ha de MS) y el valor de *UF* o Unidad Fototérmica. El valor de la temperatura base puede ser determinado teniendo en cuenta la premisa que dos puntos de productividad en la función lineal $P = f(UF)$ deben estar relacionadas entre sí como sus unidades fototérmicas, o sea, $(P_x/P_y) = (UF_x/UF_y)$. De acuerdo con el modelo propuesto en este trabajo, el valor base inferior de la temperatura para *P. purpureum* cv. Napier es de 15°C. Estos resultados sugieren que es posible desarrollar una regionalización para el establecimiento de especies forrajeras tropicales.

Summary

The objective of this work was to propose a method for estimating the base temperature of tropical forage grasses, through the use of a model which estimates forage dry matter production (kg/ha) as a function of Photothermal Units accumulated. Dry matter (DM) yield of a forage species may be estimated, under unrestricted water availability, by the sigmoid function $P = f(UF)$, where *P* is forage DM yield (kg/ha) and *UF* the photothermal units associated with that accumulation period. The base temperature can be estimated assuming that any two points in the y-axis (yield) are related in the same way their corresponding points in the x-axis (*UF*) are related, within the linear phase of $P = f(UF)$. In other words $(P_x/P_y) = (UF_x/UF_y)$.

Using the method proposed herein, the base temperature of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) was found to be 15 °C, very close to the values reported in the literature for tropical grasses. Thus the use of the Photothermal Unit concept proved adequate for estimating the base temperature of elephantgrass. This method may be used in climatic zoning for forage species and aiding in the process of choosing the best adapted specie for a given environment.

Referências

- Alcântara, P. B.; Pedro Jr., M. J.; e Donzelli, P. L. 1993. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; e Reis, R. de A. (eds.). Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 2, 1993. Fundação de Apoio a Pesquisa (FUNEP-Unesp). p. 1-16.
- Ghelfi Filho, H. 1972. Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) variedade Napier. Piracicaba. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ-USP).
- Hodges, T. 1990. Temperature and water stress effects on phenology. En: Predicting crop phenology. Boca Raton, Florida: CRC Press. p. 7-13.
- Lemos Filho, J. P.; Villa Nova, N. A.; e Pinto, H. S. 1997. A model including phoperiod in degree-days for estimating Hevea bud growth. Intern. J. Biometeor. 41:1-4.
- Ludlow, M. M. 1987. Light relations of pastures plants. En: Plant relation in pastures. Wilson, J. R. (ed.). Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). East Melbourne, Australia. p.35-49.
- McWilliam, J. R. 1978. Response of pastures plants to temperature. En: Plant Relation in Pastures. Wilson, J. R. (ed.). Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), East Melbourne, Australia, 1978.p.17-34.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. En: Simpósio

sobre Manejo de Pastagens, 14., Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). p. 213-251.

Rodrigues, T. J. D. de; Rodrigues, L. R. de A.; e Reis, R. A de. 1993. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. en: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; Reis, R. A de. (eds.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, 2, FUNEP-Unesp. p. 17-61.

_____; _____;
_____. 1989. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; Reis, R. A de. (eds.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens 2, Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal. FUNEP-Unesp. p. 17-61.

Rolim, F. A. 1980. Estacionalidade de produção forrageira. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 6., Piracicaba,

1980, Moura, J. C. e Faria, V. P. de (eds.). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ). p. 39-81.

Villa Nova, N. A.; Barioni, L. G.; Pedreira, C. G. S.; e Pereira, A. R. 1999. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função da temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. Ver. Brasil. Agrometeor. 7:75-79.

_____; Carreteiro, M.V.; e Scardua, R. 1983. Um modelo para avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp.) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. En: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2., 1983, Campinas, Proceedings . Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Instituto Agrônômico de Campinas. p. 31-48.

Identificación taxonómica y evaluación del daño de una plaga en *Brachiaria* híbrido CIAT 36061 cv. Mulato

María Bertorelli, Iraida Rodríguez y Jose L. Coll

Introducción

La investigación en pasturas desarrollada en ecosistemas de Sabana bien drenada ha dado como resultado la selección de especies del género *Brachiaria*, por adaptadas a las condiciones de suelos ácidos de baja fertilidad natural. Aunque existen otros géneros de demostrada importancia, como *Digitaria*, *Panicum*, éstas requieren suelos de mayor fertilidad para expresar su potencial de rendimiento y su adopción depende del nivel de recursos del productor.

El Programa de Forrajes Tropicales del Centro de Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha venido desarrollando y seleccionando materiales forrajeros adaptados y productivos en los diferentes sistemas ganaderos, tolerantes a las plagas (cercópodos) y enfermedades que afectan la productividad y persistencia de las pasturas. Entre ellos sobresalen varios cultivares de *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura*. En el proceso de mejoramiento genético que realiza el Programa de Forrajes Tropicales buscando materiales resistentes a esos insectos se logró producir un híbrido entre *B. ruziziensis* y *B. brizantha*, conocido comercialmente cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061). Este cultivar es perenne, de excelente capacidad de establecimiento, de crecimiento macoloso, tallos vigorosos y algunos de tipo decumbente, capaces de enraizar a partir de los nudos.

En 2003 en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Anzoátegui se estableció un área de 1600 m²

con semilla del pasto Mulato suministrada por el CIAT. La zona corresponde a un bosque seco tropical, con precipitación anual promedio de 1032 mm concentrados entre mayo y octubre y una temperatura promedio de 26.7 °C. El suelo es ácido (pH = 4.4), textura franco arenosa y de baja fertilidad natural. Las evaluaciones consistieron en mediciones periódicas de altura de plantas, cobertura de suelo, número de macollas, plagas y enfermedades y producción de materia seca. En ese año algunas plantas presentaron un ataques severo de una plaga escamosa, la cual fue el objeto del presente estudio.

Metodología

Con el fin de identificar la plaga, se recolectaron ejemplares del insecto las cuales fueron preservadas en húmedo (alcohol al 70%) y en seco en sobres de papel como exicatas. Ambos tipos de muestras fueron enviadas al Ceniap (Maracay) al CIAT, Colombia, para su identificación taxonómica.

Para determinar el avance del daño de la plaga se hicieron evaluaciones semanales. Para el efecto se tomaron cinco puntos al azar en cinco plantas diferentes y en cada uno de ellos se calificaron el porcentaje de daño y el nivel de incidencia de la plaga.

El porcentaje de daño se calculó de la manera siguiente: ND = Número de plantas afectadas/total de plantas evaluadas. Para la calificación del daño se utilizó la escala siguiente:

* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui.. Carretera El Tigre Soledad Km 5. El Tigre Edo. Anzoátegui. Telf: 0283-2355482-2351883 Email: mbertorelli@inia.gob.ve; irodriguez@inia.gob.ve

Nivel de daño	Descripción del daño
1	Planta sana
2	Pocas escamas en hojas
3	50% de hojas con escamas
4	70% de hojas con escamas. Hojas con coloración amarillenta
5	100% de hojas cubiertas de escamas. Hojas con coloración amarilla y aspecto de quemado

Resultados

Identificación taxonómica

La escama observada atacando el cultivar fue identificada por investigadores del CIAT (Ing. Pilar Hernández, com. pers.) como *Duplachionaspis* sp. Homoptera:Diaspididae.

Características morfológicas

Las hembras de esta familia son muy pequeñas y de cuerpo blando. Generalmente están cubiertas por escamas blancas formadas por una cera secretada por el insecto. Las hembras de esta plaga no poseen ojos, antenas ni patas y se mantienen inmóviles adheridas a su huésped (Figura 1a).

Los machos en este caso tienen movilidad y poseen patas, antenas y un solo par de alas. El daño es ocasionado principalmente por la hembra en sus formas jóvenes y adultas las cuales se alimentan de la savia de las hojas, ocasionando un moteado amarillento en las mismas (Figura 1b).

Avance del daño de la plaga en el cultivo

En la Figura 2 se puede observar que el daño estuvo disperso en todo el cultivo durante las primeras semanas de evaluación, ocurriendo una disminución progresiva del ataque desde mediados de junio hasta los primeros días de julio donde su efecto fue casi imperceptible. Los niveles de incidencia de daño más altos fueron observados en las dos primeras semanas de evaluación disminuyendo en las evaluaciones siguientes hasta el mes de julio cuando se presentaron los menores valores de incidencia.



Figura 1. a = Detalle de las hembras de *Duplachionaspis* sp. (Homoptera:Diaspididae), y b= daño ocasionado en hojas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato.

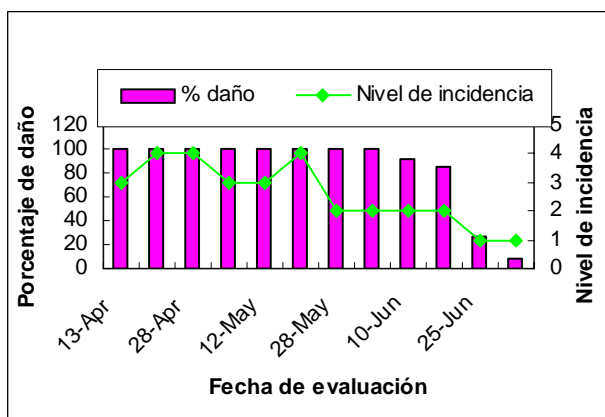


Figura 1. Distribución a través del tiempo de evaluación del daño de *Duplachionaspis* sp. (Homoptera:Diaspididae) en hojas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato en 2004.

Conclusión

Debido a la importancia del cv. Mulato en la ganadería tropical, es importante continuar la evaluación del comportamiento de esta plaga, que puede alcanzar en el futuro importancia económica en la región.