

Pasturas Tropicales

Volumen 28, No. 2
Agosto 2006
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@aolpremium.com
www.ciat.cgiar.org/forrajes

Fotos Carátula:

Arriba: Inflorescencia de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato
CIAT 36061

Abajo: Plantas individuales de *Brachiaria* híbrido cv.
Mulato II CIAT 36087

(Fotos: Proyecto de Forrajes Tropicales)

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.

Contenido

Artículos Científicos

Pág.

Asociación de soya cv. Corpoica Taluma 5 y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I en pasturas de la Orinoquia colombiana. **A. C. Rincón y R. Valencia**

2

Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **P. F. Dias, S. Manhães Souto, A. Silva Resende, J. Fernandes Moreira, J. C. Polidoro, E. F. Carneiro Campello e A. A. Franco**

8

Estabelecimento, produção de fitomassa, acúmulo de macronutrientes e estimativa da fixação biológica de nitrogênio em *Arachis*. **P. G. Soares, A. Silva de Resende, S. Urquiaga, e A. A. Franco**

18

Notas de investigación

Producción de forraje de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoi* en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte amazónico colombiano. **J. E. Velásquez y J. Muñoz-Ramos**

26

Efeito da adubação fosfatada na composição mineral do capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) isolado e consorciado com feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **Batista Leite, R. M.; Maria Eunice de Queiroz Vieira, M. E., Vital Santos, R., e Vieira da Rocha, E.**

30

Composição bromatológica e degradabilidade in situ da matéria seca de plantas herbáceas do semi-árido brasileiro. **A. de Moura Zanine, E. M. Santos, J. Silva de Oliveira, D. de J. Ferreira, G. G. Pinto de Carvalho, O. Gomes Pereira e P. R. Cecon**

36

Avaliação do modelo Stockpol em sistemas de produção animal tropicais. **H. R. de Medeiros, C. G. S. Pedreira, e A. C. L de Mello**

41

Desempenho agronômico de leguminosas forrageiras em solos de baixa fertilidade. **N. de L. Costa, C. R. Townsend, R. G. de A. Pereira, e J. A. Magalhães**

49

Asociación de soya cv. Corpoica Taluma 5 y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I en pasturas de la Orinoquia colombiana

A. C. Rincón y R. Valencia*

Introducción

El fortalecimiento de los mercados internacionales enmarcados en tratados de libre de comercio entre países implica el desarrollo de estrategias para mejorar la productividad agropecuaria en las diferentes cadenas en las que el país posee ventajas comparativas y competitivas. Las cadenas cárnica y láctea basadas en los sistemas de producción predominantes en las sabanas de América Latina tropical pueden alcanzar altos niveles de competitividad mediante desarrollos tecnológicos que permitan mejorar la producción de carne y leche bovina por animal y la capacidad de carga de las pasturas, integrando los programas de mejoramiento genético de los bovinos con un manejo eficiente de pasturas que aseguren un equilibrio con el ecosistema.

La Orinoquia colombiana cuenta con dos alternativas varietales de gran importancia para suplir el déficit de proteína y carbohidratos en las dietas de la población bovina en pastoreo. Por un lado, la soya forrajera (*Glycine max*) Corpoica cultivar (cv.) Taluma 5, desarrollada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en el Centro de Investigaciones La Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales, y caracterizada por su adaptación entre 150 y

1200 m.s.n.m, producción de biomasa entre 15 y 20 t/ha en cortes cada 65 días, hábito de crecimiento indeterminado, flor púrpura, pubescencia café, semilla amarilla e hilum café, tolerante a Al en suelos con saturación de bases entre 40% y 60% y a enfermedades foliares de importancia económica, con un alto contenido de proteína cruda en follaje (15% - 17%) es una excelente alternativa para la alimentación de bovinos en forma de ensilado o pastoreo directo asociada con una gramínea (Valencia y Lemus, 2005). Por otro lado, *Brachiaria* cv. Mulato I CIAT 36061 es el primer híbrido comercial de este género producido en el mundo. Este cultivar se originó a partir de cruces entre *Brachiaria ruzuziensis* y el *B. brizantha* cv. Marandu especie tetraploide apomictica y resistente al mión o salivazo (*Aeneolamia varia*) (Miles y do Valle, 1998). El cv. Mulato I es una gramínea forrajera perenne, vigorosa, macollada, con alta producción de MS (25 - 30 t/ha) y abundante cantidad de hojas, de vigoroso rebrote después del corte o pastoreo y excelente palatabilidad (Miles, 1999; Argel et al., 2005).

Corpoica en busca de sistemas alternativos de producción para la alimentación animal en la Orinoquia colombiana ha desarrollado procesos de investigación orientados al establecimiento de pasturas asociadas con el cultivo de soya para producir biomasa de alta calidad nutritiva que pueda ser utilizada en forma directa en pastoreo o como ensilaje.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo experimental fue desarrollado en el Centro de Investigaciones La Libertad de

* Respectivamente I.A. Investigador Programa Fisiología y Nutrición Animal, I.A. M.Sc. Investigador Genética. Gerente Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Soya. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Centro de Investigaciones. La Libertad, A.A. 051 Villavicencio, Meta

Corpoica, localizado a 17 km de Villavicencio vía a Puerto López, a 9° 6´ de latitud norte y 73° 34´ de longitud oeste, a 330 m.s.n.m., en las condiciones de clima y suelo del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. La precipitación anual es de 2800 mm, distribuida entre abril y diciembre, la temperatura promedio es de 26 °C y la humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la seca, el brillo solar en el primer semestre de 4.1 h/día y en el segundo semestre de 5.6 h/día, la radiación promedio diaria es de 9.1 MJ/m².

El experimento se estableció en un Oxisol de terraza media caracterizado por el bajo contenido de elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. En el sitio experimental la disponibilidad de fósforo es de 1 ppm y los contenidos de Ca, Mg y K de 0.44, 0.12 y 0.10 meq/100 g de suelo respectivamente, por consiguiente, la saturación de bases es de 25% y la de aluminio del 73%. El azufre y los micronutrientes, con excepción del hierro, son igualmente deficientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características químicas del suelo experimental. C.I. la Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Parámetro	Valor
pH	4.30
M.O. (%)	2.40
P (p.p.m.)	1.00
Acidez intercambiable (meq/100 g)	2.80
Al (meq/100 g)	2.40
Ca (meq/100 g)	0.44
Mg (meq/100 g)	0.12
K (meq/100 g)	0.10
Na (meq/100 g)	0.30
S (ppm)	3.00
Fe (p.p.m.)	127.0
B (p.p.m.)	0.26
Cu (p.p.m.)	0.80
Mn (p.p.m.)	4.00
Zn (p.p.m.)	0.60
C.I.C. efectiva	3.80
Saturación de Al (%)	73.0
Saturación de bases (%)	25.0

Tratamientos

El establecimiento de la asociación *Brachiaria* híbrido (CIAT 36061) cv. Mulato I-soya (variedad Corpoica Taluma 5) se realizó en forma simultánea con los siguientes tratamientos:

- cv. Mulato I en surcos a 50 cm + soya en surcos a 17 cm
- cv. Mulato I en surcos a 50 cm + soya en surcos a 34 cm

cv. Mulato I en surcos a 50 cm + soya en surcos a 51 cm

cv. Mulato I en surcos a 50 cm + soya a voleo

cv. Mulato I a voleo + soya en surcos a 17 cm

cv. Mulato I a voleo + soya en surcos a 34 cm

cv. Mulato I a voleo + soya en surcos a 51 cm

cv. Mulato I a voleo + soya a voleo.

Diseño experimental

Los ocho tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde cada unidad experimental estuvo representada por surcos de 6 m de largo en un área de 18 m². Los resultados fueron analizados por SAS y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey.

Establecimiento

El experimento se estableció en una pastura degradada de *B. decumbens* la cual presentaba una disponibilidad de MS menor que 500 kg/ha, después de 45 días de descanso, con un contenido de PC de 7% y una cobertura de 60%. El 40% restante estaba ocupado por grama amarga, paja comino o guaduilla (*Homolepis aturensis*). Antes de la aplicación de los tratamientos, el área experimental fue sometida a un pastoreo intenso con el fin de reducir la biomasa aérea y facilitar las labores de labranza.

Labranza

A comienzos de agosto de 2004 se realizó la labranza con un pase inicial de rastra para controlar la biomasa que quedó después del pastoreo y facilitar la labor de arado con cincel rígido; posteriormente, se aplicó una mezcla de 1400 kg/ha de cal dolomítica, 400 kg/ha de roca fosfórica y 300 kg/ha de yeso agrícola, que fue incorporada mediante un pase de rastra. Estas enmiendas se aplicaron con el fin de aumentar la saturación de bases y mejorar la disponibilidad de fósforo y azufre para el cultivo perenne, que en este caso es el cv. Mulato I.

Siembra y fertilización

Cuarenta y cinco días después de la aplicación de las enmiendas se hizo un pase con pulidor y se sembraron las forrajeras. La densidad equivalente de siembra de la soya establecida en surcos fue de 100 kg/ha de semilla, cantidad que fue aumentada en 30% en el tratamiento de siembra a voleo. La densidad de siembra en todos los tratamientos del cv. Mulato I fue de 4 kg/ha. La semilla de soya

fue inoculada previamente con la cepa ICA J-01 a razón de 10 g/kg de semilla. En la siembra en surcos, la fertilización de ambas especies se hizo en forma manual y dirigida. La fertilización en el momento de la siembra consistió en una mezcla de 200 kg/ha de superfosfato triple y 100 kg/ha de KCl. Treinta días después de la siembra se aplicaron 30 kg/ha de N (65 kg/ha de urea) con el fin de suplir una deficiencia de este nutriente manifestada por una clorosis generalizada en el cultivo de soya, complementada con 50 kg/ha de KCl.

Evaluaciones

A los 70 días después de la siembra se midieron la altura de planta (cm), la población de plantas (no./m²) y la biomasa verde y masa seca (t/ha) de soya, pasto y otras especies. Las determinaciones de la calidad del forraje incluyeron PC (microkjeldahl), fibra en detergente neutro -FDN y digestibilidad in situ de la MS en bolsa de nylon utilizando animales fistulados.

Resultados y discusión

Altura y población de planta

La altura de la planta de ambas especies fue favorecida por la reducción en el distanciamiento de siembra de la soya. Cuando la soya se sembró a 17 cm entre surcos y el cv. Mulato I en surcos a 50 cm o a voleo, las plantas presentaron la mayor altura (75 - 68 cm para la soya y 93 - 88 cm para el cultivar Mulato I), siendo significativas ($P < 0.05$) en relación con los demás sistemas de siembra. Estas diferencias significaron alturas de planta superiores en 11 cm para soya y 19 cm para la gramínea en comparación con a los demás tratamientos.

En la siembra de soya a voleo se presentó la menor altura promedio de plantas (51 cm) ($P < 0.05$), principalmente cuando la siembra del cv. Mulato I se hizo a voleo. En general, se observó una alta correlación ($r = 0.80$) entre la altura de planta de soya y la de la gramínea, siendo esta última mayor en todos los tratamientos (Cuadro 2).

La población de plantas de soya al momento del corte fue mayor en el sistema de siembra en surcos separados 17 cm y cuando la gramínea se sembró a surcos o a voleo (52 y 56 plantas/m² de soya, respectivamente), mientras que el promedio en los demás tratamientos fue de 22 plantas/m. La población promedio del cv. Mulato I (17 plantas/m²) no fue afectada por la población de soya, con excepción del tratamiento donde ambos se sembraron a voleo (10 plantas/m²).

La presencia de otras especies, principalmente de hoja ancha, fue mayor en los tratamientos de soya sembrada a voleo y en surcos más espaciados (> 17 cm), donde fue baja la población de plantas de soya y cv. Mulato I.

La distancia de siembra de soya fue el factor que más influencia tuvo en la composición botánica de la asociación. Cuando la siembra se hizo en surcos a 17 cm la proporción de plantas de soya en la asociación fue de 66%, mientras la del cv. Mulato I fue de 21% y el de otras especies de 11%. En la siembra de la soya en surcos a 34 y 51 cm y a voleo, la proporción de plantas de soya se redujo a 30% mientras que en el cv. Mulato I fue de 23% y las plantas de otras especies se incrementó en promedio 45%. La población equivalente de soya sembrada en surcos a 17 cm fue de 540,000 plantas/ha,

Cuadro 2. Altura y población de plantas de soya y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I asociados, 70 días después de la siembra. C.I. La Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento	Altura planta (cm)		Población (plantas/m ²)		
	soya	cv. Mulato	soya	cv. Mulato	Malezas
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 17 cm	67.5 a	92.9 a	52 a	20 a	8 e
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 34 cm	65.0 bc	75.0 b	23 b	22 a	38 ab
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 51 cm	63.0 cd	74.8 b	20 b	14 ab	24 cd
Pasto surcos 50 cm + soya voleo	53.5 cd	67.7 b	26 b	19 a	28 bc
Pasto al voleo + soya surcos 17 cm	75.2 a	88.1 a	56 a	15 ab	11 de
Pasto al voleo + soya surcos 34 cm	63.7 cd	72.1 b	26 b	15 ab	38 ab
Pasto al voleo + soya surcos 51 cm	57.2 cde	68.8 b	21 b	18 ab	29 bc
Pasto al voleo + soya al voleo	51.2 c	71.0 b	16 b	10 b	46 a
D.M.S.	11.1	11.0	12.5	8.0	13.9
C.V (%)	7.4	6.1	17.6	20.4	21.1

aproximadamente igual a la población ideal (588,000 plantas/ha) recomendada para maximizar los rendimientos económicos de grano en la variedad de soya Corpoica La Libertad-4, en arreglos de 17 cm entre surcos y 10 cm entre plantas (Valencia, 2005). Esta recomendación puede ser también aplicada para la soya utilizada como forraje en mezcla con un pasto de crecimiento erecto como el cv. Mulato I. A mayores distancias de siembra y en la siembra a voleo, la población de soya se redujo a un promedio de 230,000 plantas/ha, afectando notablemente la producción de biomasa.

Producción de biomasa

La cosecha del forraje de la asociación de soya-cv. Mulato I se realizó 70 días después de la siembra cuando ocurrió la formación completa de vainas y se inicio de llenado de granos. El corte se hizo a 30 cm sobre el suelo con el fin de dejar suficiente forraje residual de la gramínea con reservas nutritivas para garantizar su rebrote. La producción de forraje de soya presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, mientras que la producción de biomasa del cv. Mulato I no fue afectada. Los tratamientos con soya sembrada en surcos a 17 cm en asociación con la gramínea en surco o a voleo, alcanzaron la mayor producción de biomasa por unidad de área (1.69 y 1.53 t/ha, respectivamente) (Cuadro 3). Aunque el cv. Mulato I desarrolló una mayor altura que la soya, la producción promedio de forraje verde de esta gramínea fue entre los 4.9 y 7.5 t/ha.

La producción de biomasa de soya por unidad de área fue inversamente proporcional con la distancia entre surcos. A distancias de

17, 34 y 51 cm y a voleo, la producción de MS de la soya fue de 4.17, 2.31, 1.89 y 1.62 t/ha, respectivamente, mientras que la producción de MS del cv. Mulato I fue de 1.5 t/ha en los tratamientos donde la soya se sembró en surcos distanciados 17 y 34 cm y de 1.4 t/ha en las siembras de soya a 51 cm y a voleo. En los tratamientos donde la soya se sembró a voleo o en surcos a 51 cm, la producción promedio de forraje de soya fue inferior en 50% con respecto a la producción de soya establecida en surcos a 17 cm. El contenido de agua en la soya y en el pasto no presentó diferencias significativas en los tratamientos evaluados, por consiguiente, el promedio de MS de la soya fue de 26% y de la gramínea de 22%.

La mayor producción total de biomasa verde de soya y pasto cv. Mulato I (23 t/ha) se obtuvo en los tratamientos donde la soya se estableció en surcos separados 17 cm, no obstante, disminuyó a 15.5 t/ha cuando los surcos de soya se hicieron a 34 cm, y a 12.5 t/ha cuando la distancia entre surcos fue de 51 cm. Los menores rendimientos (9.8 t/ha) se obtuvieron cuando la soya se sembró a voleo. Lo anterior permite concluir que a mayor distancia entre surcos de soya se obtuvo menor producción de biomasa ($R^2 = 0.96$).

Calidad nutritiva

El contenido de PC en la pastura asociada a 70 días de edad no varió entre tratamientos ($P > 0.05$), con un promedio de 14% y un rango entre 12.8 y 15.6%. La FDN (celulosa, hemicelulosa, lignina) fue, en promedio de 51% ($P > 0.05$). La digestibilidad más baja (66%), se presentó en el tratamiento de soya sembrada en surcos a 17 cm y el cv. Mulato I a

Cuadro 3. Producción de materia verde (MV) y seca (MS) en t/ha de la asociación soya forrajera – pasto cv. Mulato I 70 días después de la siembra. C.I. La Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento	Soya		cv. Mulato		Total	
	MV	MS	MV	MS	MV	MS
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 17 cm	15.25 a	3.96 a	7.46 a	1.64 a	22.72 a	5.61 a
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 34 cm	10.27 b	2.67 b	6.21 a	1.36 a	16.48 b	4.03 b
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 51 cm	8.33 bc	2.16 bc	5.51 a	1.21 a	13.84 bcd	3.37 bcd
Pasto surcos 50 cm + soya voleo	7.58 bc	1.97 bc	5.32 a	1.17 a	12.90 bcd	3.14 bcd
Pasto a voleo + soya surcos 17 cm	16.82 a	4.37 a	7.00 a	1.54 a	23.82 a	5.91 a
Pasto a voleo + soya surcos 34 cm	7.48 bc	1.94 bc	7.08 a	1.55 a	14.57 bc	3.50 bc
Pasto a voleo + soya surcos 51 cm	6.25 bc	1.62 bc	4.91 a	1.08 a	11.16 cd	2.70 cd
Pasto a voleo + soya al voleo	4.85 c	1.26 c	5.02 a	1.10 a	9.87 d	2.36 d
D.M.S	4.30	1.11	3.20	0.70	4.56	1.13
C.V (%)	18.8	18.8	22.2		12.2	12.5

Cuadro 4. Calidad nutritiva (%) de la asociación soya forrajera - pasto cv. Mulato I en el momento de la cosecha, 70 días después de la siembra. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento	PC (%)	FDN (%)	Digestibilidad in situ (%)
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 17 cm	15.4	53.6	66.1 b
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 34 cm	13.7	50.8	69.3 ab
Pasto surcos 50 cm + soya surcos 51 cm	13.1	47.7	69.7 ab
Pasto surcos 50 cm + soya voleo	13.6	48.6	69.7 ab
Pasto al voleo + soya surcos 17 cm	15.6	51.5	68.1 ab
Pasto al voleo + soya surcos 34 cm	12.8	51.7	69.4 ab
Pasto al voleo + soya surcos 51 cm	13.6	51.8	69.9 ab
Pasto al voleo + soya al voleo	13.6	49.3	70.9 a
D.M.S.	3.06	9.75	3.83
C.V (%)	7.6	6.6	1.9

50 cm, que correspondió a uno de los tratamientos que tenían más leguminosa. En los demás tratamientos la digestibilidad fue constante entre 68% y 71%, considerada adecuada para la alimentación animal (Cuadro 4).

Beneficios económicos

El establecimiento del híbrido cv. Mulato I en asociación con soya forrajera es una alternativa importante para el establecimiento de pasturas en la Orinoquia colombiana. Los costos directos de establecimiento de 1 ha de cv. Mulato I son aproximadamente de \$col.913,000 (Cuadro 5) incluyendo preparación de suelos, fertilizantes, semillas y siembra; mientras que el costo del establecimiento del cultivar en asociación con soya forrajera es de \$col.2,028,000 en el cual los mayores costos están representados por los fertilizantes (46% de los costos totales) y las semillas (25%). Los

Cuadro 5. Costos directos (\$col.) del establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I solo y asociado con con soya forrajera Corpoica cv. Taluma, incluyendo la elaboración del ensilaje (2006, 1US\$ = \$col.2.500 colombianos).

Insumo	Soya +	cv.
	cv. Mulato	Mulato
Preparación de suelos	240,000	240,000
Fertilizantes	938,000	313,000
Semillas	520,000	320,000
Siembra	80,000	40,000
Cosecha del forraje	150,000	-
Elaboración del ensilaje	100,000	-
Costos totales	2,028,000	913,000
Producción de ensilaje (t/ha)	20	-
Perdidas en el ensilaje 10% (t/ha)	2	-
Producción neta de ensilaje (t/ha)	18	-
Valor del ensilaje (\$col.100/kg)	1,800,000	-
Costo establecimiento de la pastura	228,000	913,000

costos de cosecha del forraje y la elaboración del ensilaje ascienden a \$col.250,000. Asumiendo una producción promedio de biomasa de 20 t/ha de la asociación y pérdidas en el proceso de elaboración del ensilaje de 10%, se tiene que el valor del forraje conservado asciende a \$col.1,800,000 para un costo de \$col.100/kg de ensilaje. En consecuencia, al restar los costos totales al ingreso que se puede recibir por el ensilaje quedan \$col.228,000, un valor similar al costo de renovación o establecimiento de la pastura asociada. Considerando que los costos del establecimiento de una pastura del cv. Mulato I son de \$col.913,000 se tendría un ahorro de \$col.685,000 ha en el establecimiento de la asociación cv. Mulato I-soya forrajera cv. Corpoica Taluma 5.

Conclusiones

El establecimiento de soya forrajera cv. Corpoica Taluma 5 en surcos separados 17 cm en asociación con *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I a voleo o en surcos separados 50 cm, permitió el mejor desarrollo de ambos cultivos, menor presencia de otras especies de hoja ancha y una producción de biomasa de 23 t/ha, la cual fue superior a la obtenida en los otros tratamientos evaluados.

La asociación de estos cultivares es una buena alternativa para rehabilitar pasturas en condiciones de suelos bien drenados de la Orinoquia colombiana, ya que permite obtener una pastura bien establecida a los 70 días después de la siembra y un forraje que puede ser ensilado.

La pastura de soya cv. Corpoica Taluma 5 asociada con cv. Mulato I es un alternativa

viable y económica para la rehabilitación de pasturas, permitiendo reducir los costos de establecimiento en \$col.685,000/ha frente a los costos de establecimiento de solo cv. Mulato I.

Summary

The experiment was carried out in the Center of Investigations Corpoica-La Libertad, located in the middle terrace of the Piedmont of the Oriental Plains of Colombia, municipality of Villavicencio (Department of Meta) at 9° 6' North latitude, and 73° 34' West longitude. In a degraded pasture of *Brachiaria decumbens*, the association of soybean (*Glycine max*) cv. Corpoica Taluma 5 and the hybrid of *Brachiaria* cv. Mulato I (CIAT 36061) was established simultaneously with the purpose of obtaining good quality biomass for silage and a very good established pasture, 70 days after the sowing. To that end, the establishment of soybean cv. Taluma was evaluated in separated furrows every 17, 34, 51 cm and at volley, associated with the grass in furrows separated 50 cm and to volley, in eight treatments of the soybean combinations and grass. The best results were obtained when the soybean was established in furrows separated 17 cm, and the grass in both systems (furrows at 50 cm or at volley). When the distance among furrows was smaller, the soybean reached the 60% of the population in pastures, in cv. Mulato was 21%, and in other species was 11%. At higher planting distances or at volley, the establishment of the soybean decreased to less than 30%, the grass population remained at the same proportion, and the population of other species increased to more than 50%. At the distance of 17 cm, the quantity of soybean plants was of 540,000/ha, and at higher distance or at volley was of 230,000/ha, while in grasses, planting soybean at different distances, obtaining on the average 170,000 plants/ha, did not affect the population. Sowing soybean at smaller distances also represented a bigger production of biomass, with yields of 23, 15, 12 and 9.8 t/ha of green matter at distances of 17, 34 and 51 cm and at volley, respectively. The obtained forage presented good nutritious quality: 14% of PC, 50% of FDN and 68% of digestibility *in vivo*. The economic benefit obtained with the pastures cv. Corpoica Taluma 5 and the hybrid of *Brachiaria* (cv. Mulato I) represents a saving of col\$685,000/ha against the costs when cv. Mulato I is established alone.

Referencias

- Argel, P. J.; Miles, J. W.; Guiot, J. D.; y Lascano, C. E. 2005. [Cultivar Mulato \(*Brachiaria* híbrido CIAT 36061\): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos](#) [en línea]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali. 28 p.
- Miles, J. W. y do Valle, C.B. 1998. Manipulación de la apomixis en el mejoramiento de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. J.W. Miles, B.L. Maass y C.B. do Valle (eds.). CIAT, CNPGC/EMBRAPA. Cali, Colombia; Campo Grande Brasil. p. 181 - 195.
- Miles, J. W. 1999. Nuevos híbridos de *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales* 21(2):78.
- Pardo, O.; Mojica, J.; Bueno, G.; Valencia, R.; y Medina, P. 2003. Conservación y uso de soya forrajera para la alimentación de rumiantes en la Orinoquia colombiana. *Bol. téc. no. 37 Villavicencio (Colombia)*. 20 p.
- Valencia, R. 2005. Corpoica La Libertad 4, Variedad de soya para los sistemas de producción de la Altillanura colombiana y su manejo agronómico. Villavicencio, Colombia. Corpoica, *Bol. téc. no. 45*. 32 p
- Valencia, R. y Lemus, V. 2005. Variedad de soya Corpoica Taluma 5, doble propósito (grano – forraje) para los sistemas de explotación bovina de la Orinoquia colombiana. *Memorias IX Congreso de la Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos*. Palmira. Mayo 11 de 2005.
- Van Soest, P.J.; Wine, R. H.; y Moore, L. A. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. En: *Intern. Gassl. Cong., 10 th. Helsinki, 1965*. p. 438 –442.

Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo

P. F. Dias*, S. Manhães Souto**, A. Silva Resende**, J. Fernandes Moreira***, J. C. Polidoro^o, E. F. Carneiro Campello** e A. A. Franco**

Introdução

O enriquecimento do solo nas áreas sob influência das árvores acontece principalmente pela incorporação gradativa de nutrientes ao sistema solo-pastagem, por meio da biomassa das árvores (Ovalle e Avendaño, 1984; Nair, 1999) e, também, pela capacidade que as árvores têm de poderem aproveitar nutrientes de camadas mais profundas do solo, que através dos seus sistemas radiculares, e, por um processo de reciclagem, tornam esses nutrientes disponíveis às forrageiras. Aumentos nos teores de fósforo (P), potássio (K) e outros nutrientes foram observados em amostras de solo coletados sob a copa de árvores em relação àquelas coletadas em áreas de pastagens sem árvores (Kellman, 1979; Joffre et al., 1988; Velasco et al., 1999; Durr e Rangel, 2002).

Outro fator limitante, mas também, de crucial importância na arborização de pastagem é a interceptação do fluxo de energia. A redução na luminosidade concorre para diminuir o crescimento das plantas, porém, no caso dos sistemas agrosilvipastoris,

as mudanças que as árvores e suas sombras podem acarretar nas áreas sob sua influência, notadamente nas características químicas do solo, no conforto térmico dos animais e nas condições microclimáticas que podem afetar diretamente o crescimento das plantas são as que concorrem para aumentar a disponibilidade de água e a mineralização de N do solo. Segundo alguns autores a deposição gradual de biomassa no solo sob a área de influência das árvores aumenta também a matéria orgânica do solo (Mahecha et al., 1999; Oliveira et al., 2000; Andrade et al., 2002). Nair (1993), numa revisão mostrou que as árvores podem melhorar o fluxo de nutrientes nas pastagens por suas ações no solo, pela deposição por hectare e por ano, de 4 a 12 Mg de C, de 52 a 360 kg de N, de 4 a 35 kg de P e de 89 a 328 kg de Ca. O efeito dessas árvores sobre a fertilidade do solo em pastagens é mais evidente em solos de baixa fertilidade do que em solos de fertilidade mediana a alta, além do efeito parecer maior com espécies leguminosas do que com não leguminosas (Carvalho e Xavier, 2000). Segundo Chaturvedi e Das (2002), a fertilidade do solo é maior próxima ao caule das árvores.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a área de influência da projeção das copas (dentro e fora) de três espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo.

Materiais e métodos

O estudo foi conduzido no campo experimental pertencente ao Sistema Integrado de Produção Agroecológico/SIPA - Fazendinha do Km 47, em uma pastagem formada há 10 anos atrás em um Argissolo Vermelho-Amarelo, de baixa

* Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica da PESAGRO, BR 465, Km 7, CEP, Seropédica-RJ. E-mail: pfranciscodias@hotmail.com.br (autor correspondente)

** Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 7, CEP 23851-970, Seropédica-RJ. E-mail: smsouto@cnpab.embrapa.br, alex@cnpab.embrapa.br, campello@cnpab.embrapa.br, avilio@cnpab.embrapa.br

*** Estagiário na Embrapa Agrobiologia/UFRRJ. Bolsista CAPES. E-mail: jovfmrural@yahoo.com.br

^o Professor da UFRRJ, Programa PRODOC/CAPES, Departamento Fitotecnia, BR 465, Km 7, Seropédica-RJ. E-mail: polidoro@ufrj.br

fertilidade natural, com capim Survenola, um híbrido interespecífico de *Digitária setivalva* x *D. valida*

As espécies utilizadas foram duas leguminosas fixadoras de nitrogênio, o Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) e Orelha de Negro (*Enterolobium contortisiliquum*) e uma não fixadora, Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*). O plantio no campo foi através de mudas inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio e fungos micorrízicos (*Gigaspora margarita* e *Glomus macrocarpum*) da coleção da Embrapa Agrobiologia. As mudas foram transplantadas para o campo no mês de março de 1994. Na adubação de plantio das leguminosas foram aplicados 200 g de uma mistura de 20 partes de cinza + 10 partes de termofosfatos + 5 partes de calcário + 10 g de FTE - BR12, em covas de 20 x 20 x 20 cm de dimensões, com espaçamento de 15 x 15 m entre plantas

Os efeitos das leguminosas arbóreas nas características químicas do solo foram avaliadas nas áreas de influências das copas: D1 = 50 cm de distância do caule; D2 = metade da distância do raio de projeção da copa; D3 = uma vez a distância do raio de projeção da copa; e áreas fora da copas (tratamentos testemunha); D4 = uma vez e meio a distância do raio de projeção da copa; e D5 = duas vezes a distância do raio de projeção da copa, combinados com as profundidades de amostragens 0 - 5 e 5 - 20 cm, nos sentidos norte-sul e leste-oeste.

Antes do período experimental, realizado no meado do período chuvoso de 2003, a pastagem vinha sendo mantida sob pastejo rotativo, com período de descanso variando de 45 a 60 dias no período da seca e de 30 a 42 dias no período das chuvas. A data de amostragem no campo para determinação da composição química do solo foi 19/12/2003.

Após a coleta das amostras, as mesmas foram preparadas no Laboratório de Solo da Embrapa/Agrobiologia, onde foram determinadas as características químicas: N, P, K, Ca Mg, Al, C e pH em água, conforme metodologia descrita por Silva (1999). O P foi determinado pela metodologia que usa a extração com resina trocadora de ions desenvolvida por Raij et al. (1987), citado por Silva (1999). O processo de extração com resina permite avaliação do fósforo lábil.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcela subdividida, onde a árvore representou a parcela e as cinco distâncias as subparcelas. O procedimento estatístico foi determinado com o auxílio do pacote estatístico SISVAR, da Universidade Federal de Lavras, com aplicação do teste 'F' na verificação de diferenças entre tratamentos e o teste de Scott-Knott (P < 0.05) na comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e discussão

Não foram observadas diferenças nos teores de carbono (C) nas cinco distâncias para a profundidade de solo 0-5 cm com o Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*, leguminosa fixadora de N₂) e na profundidade 5-20 cm com todas as três leguminosas arbóreas, no entanto, os maiores teores de C na profundidade 0-5 cm com Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*, leguminosa arbórea fixadora de N₂) e Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*, leguminosa não fixadora de N₂) foram encontrados na distância D4 (Tabela 1).

As médias dos teores de C nas áreas de influência das copas, distâncias D1, D2 e D3, e na área fora da copa (distâncias D4 e D5) de as leguminosas nas duas profundidades, exceto na distância D4 com Orelha de Negro, são classificadas como baixa (<1% de C), segundo Freire et al. (1988). Dentro dessa expectativa, a concentração de C na área de influência da copa do Jacarandá da Bahia na camada mais superficial do solo apresentou um aumento de 15% em relação a área sem árvores (Tabela 1). As outras duas leguminosas apresentaram, ao contrário, maior teor de C na profundidade 0-5 cm no solo sem influência de árvores. Stanley e Montagnini (1999) já haviam observado respostas diferentes nos teores de C da camada mais superficial de solo quando compararam as espécies arbóreas *Vochysia ferruginea*, *Genipa americana* e outras. Oliveira et al. (2000) examinaram o efeito de árvores isoladas da leguminosa barú (*Dipterix alata*) e da não-leguminosa pequi (*Caryocar brasiliense*) sobre as características da camada de 0-30 cm do solo sob pastagem de *Brachiaria decumbens* e observaram que a concentração de C foi maior sob as duas espécies arbóreas (1.34% e 0.97%) do que em área sem árvores (0.71%). Andrade et al. (2002) encontraram acréscimo de 8% e 16% no teor de C na área de influência de árvore de baginha (*Strypynodendron guianensis*)

Tabela 1. Teores de C (%) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do caule tomadas no raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1 -profundidade 0-5 cm.					
Jacarandá da Bahia	0.34 Aa***	0.51 Aa	0.53 Aa	0.43 Ac	0.36 Ab
Orelha de Negro	0.55 Ba	0.43 Ba	0.62 Ba	1.10 Aa	0.42 Bb
Angico Canjiquinha	0.46 Ba	0.39 Ba	0.52 Ba	0.85 Ab	0.61 Ba
2 -profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	0.23 Aa	0.27 Aa	0.23 Ab	0.30 Aa	0.20 Ab
Orelha de Negro	0.33 Aa	0.33 Aa	0.46 Aa	0.43 Aa	0.43 Aa
Angico Canjiquinha	0.23 Aa	0.23 Aa	0.26 Ab	0.23 Aa	0.23 Ab

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot ($P < 0.05$).

nas profundidades de solo 0-20 e 20-40 cm respectivamente, e Xavier et al. (2003) com *Acacia mangium* registraram aumentos no teor de C de 23% e 7% nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

A concentração de N na camada mais superficial do solo (0-5 cm) para a Orelha de Negro foi maior na menor distância do caule (D1), enquanto nas distâncias intermediárias D2, D3 e D4, ela não diferenciou no teor de N encontrado no solo do Jacarandá da Bahia e do Angico Canjiquinha. Na maior distância (D5) fora da copa, a concentração de N no solo foi maior com o Angico Canjiquinha (Tabela 2).

As distâncias influenciadas pelas copas das leguminosas fixadoras de N_2 , no caso do Jacarandá da Bahia e Orelha de Negro, apresentaram teores médios de N do solo, na profundidade 0-5 cm, superiores em 50% e 34 %, respectivamente, àqueles encontrados a pleno sol. Na maior profundidade (5-20 cm) as diferenças foram de 60% e 11% (Tabela 2). Wilson (1998) observou que a produção de pastagem do capim Colonião (*Panicum maximum* var. Tichoglume) crescendo sob as copas de árvores de leguminosas (*Acacia stenophylla*, *Albizia lebbek* e *Leucena diversifolia*) foi muito maior na área mais próxima do caule do que nas áreas mais distantes, apesar daquela

Tabela 2. Teor de N (%) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas na profundidade de 0-5 e 5-20 cm, em diferentes distâncias do caule no raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1 -profundidade 0-5 cm					
Jacarandá da Bahia	0.06 Aa***	0.06 Aa	0.06 Aa	0.06 Aa	0.03 Bc
Orelha de Negro	0.08 Aa	0.06 Ba	0.06 Ba	0.05 Ba	0.05 Bb
Angico Canjiquinha	0.06 Ab	0.06 Aa	0.05 Aa	0.06 Aa	0.06 Aa
2 -profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	0.04 Aa	0.04 Aa	0.04 Ab	0.03 Aa	0.02 Aa
Orelha de Negro	0.04 Aa	0.05 Aa	0.06 Aa	0.05 Aa	0.04 Aa
Angico Canjiquinha	0.05 Aa	0.04 Aa	0.04 Ab	0.04 Aa	0.04 Aa

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott -Knot ($P < 0.05$).

apresentar mais baixa intensidade de luz e conteúdo de água no solo e o autor sugere que esta maior produção foi associada com a maior disponibilidade de N no solo. Com Angico Canjiquinha, ao contrário, a diferença (5.3 %) na camada mais superficial, foi a favor do solo a pleno sol. Portanto, para as espécies fixadoras de N₂ e de maior produção de biomassa (dados não mostrados), estes efeitos positivos foram deixados na camada de 0-5 cm do solo. Andrade et al. (2002), encontraram que a fertilidade do solo sob a copa da baginha foi, de modo geral, superior à do solo adjacente às árvores, principalmente em sua camada superficial (0-20 cm). Os valores encontrados por esses autores para o teor de N, foram 0.176 e 0.151 dag/kg e 0.112 e 0.0096 dag/kg, para as profundidades 0-20 e 20-40 cm e para as condições sombra e pleno sol, respectivamente. Na Costa Rica, Daccarett e Blydenstein (1968) observaram que os teores de N do solo, a uma profundidade de 0-20 cm, foram mais altos em amostras coletadas sob a copa de leguminosas arbóreas (*Erythrina poeppigiana*, 0.35%; *Pithecolium saman*, 0.38%; *Gliricidia sepium*, 0.32%) do que sob a copa de uma espécie de árvore não-leguminosa (*Cordia alliodor*, 0.25%) ou em área sem árvores (0.28%).

A área de influência da copa do Jacarandá da Bahia proporcionou aumentos de 57% e 70% nos teores de P nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm do solo, respectivamente, comparados aos encontrados a pleno sol (Tabela 3) enquanto a Orelha de Negro com

maior produção de biomassa (dado não mostrado) tendeu a deixar o nível de P disponível no solo inferior as demais espécies. Ocorreu, entretanto, uma grande variabilidade de concentração de P entre os pontos amostrados, provavelmente devido a eventos anteriores que dificultam a interpretação dos resultados. Ingleby et al. (1997) mostraram que a colonização de micorrizas não foi afetada pela distância do caule das árvores das leguminosas *Acacia nilotica*, *A. aneura* e *Prosopis juliflora* mas decresceu com a profundidade do solo somente na *Acacia aneura*. As diferenças encontradas por Xavier et al. (2003) a favor da sombra de *Acacia Australiana (Acacia mangium)* em relação aos teores de P a pleno sol, foram de 63% e 26%, respectivamente, nas profundidades de solo 0-10 e 10-20 cm. Por outro lado, Andrade et al. (2002) registraram aumentos de 30% no teor de P na sombra de baginha em relação a pleno sol, apenas na camada mais superficial do solo (0-20 cm).

Os resultados da análise de variância nas duas profundidades de solo mostraram que as concentrações de K no solo nas cinco diferentes distâncias foram iguais ($P > 0.05$) com Jacarandá da Bahia (Tabela 4). Com a Orelha de Negro, os teores de K nas distâncias D1 e D2 e D1, D2 e D3 nas profundidades 0-5 e 5-20 cm foram superiores, respectivamente, aos teores encontrados nas demais distâncias. As maiores concentrações de K no solo com Angico Canjiquinha foram registradas nas distâncias D5 e D2, respectivamente, nas profundidades 0-5 e 5-20 cm.

Tabela 3. Teor de P (mg/dm³) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do caule no raio da projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1 -profundidade 0-5 cm					
Jacarandá da Bahia	3.47 Ba***	4.34 Aa	3.10 Ba	3.35 Ba	1.25 Cc
Orelha de Negro	3.27 Aa	2.00 Bb	2.09 Bb	2.85 Aa	3.62 Aa
Angico Canjiquinha	3.40 Aa	2.60 Bb	1.86 Bb	1.95 Bb	2.39 Bb
2 -profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	1.62 Bb	4.56 Aa	1.18 Cc	1.16 Cb	1.72 Ba
Orelha de Negro	1.84 Ab	1.27 Bc	1.16 Bb	1.39 Ba	1.89 Aa
Angico Canjiquinha	2.31 Ba	2.53 Ab	1.57 Ba	1.23 Cb	1.59 Ba

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

***Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot ($P < 0.05$).

Tabela 4. Teor de K (mg/dm³) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1-profundidade 0-5 cm					
Jacarandá da Bahia	24.0 Ab***	20.7 Ac	16.3 Ac	18.0 Ab	18.5 Ab
Orelha de Negro	34.7 Aa	36.0 Ab	28.0 Bb	26.0 Ba	23.0 Cb
Angico Canjiquinha	33.7 Ca	41.7 Ba	43.7 Ba	24.0 Da	49.0 Aa
2-profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	12.3 Aa	10.3 Ac	10.3 Ab	12.0 Aa	13.3 Aa
Orelha de Negro	16.0 Aa	18.0 Ab	18.0 Aa	13.3 Ba	11.0 Ba
Angico Canjiquinha	15.7 Ba	31.3 Aa	15.0 Ba	13.0 Ba	13.0 Ba

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot (P > 0.05).

Os maiores valores de K no solo foram encontrados na camada mais superficial do solo (0-5 cm), no entanto, independente da leguminosa, as maiores diferenças nos teores de K a favor da área de influência da copa das árvores foram registradas na maior profundidade (5-20 cm). As médias dos teores de K na sombra e a pleno sol da Orelha de Negro, Jacarandá da Bahia e Angico Canjiquinha na camada mais superficial do solo foram, respectivamente, 32.9, 20.5, 39.7 e 24.5, 18.3, 36.5 mg/dm³ de solo, proporcionando um aumento a favor da área de influência da copa das árvores de 34.3%, 12% e 8.8%, respectivamente. Os valores de K na camada mais profunda do solo (5-20 cm) foram 17.3, 10.9, 20.7 e 12.2, 12.7, 13 mg/dm³ de solo, com um aumento de 41.8%, 16.5% e 59% a favor da área de influência da copa das árvores. Balieiro (1999) registrou em plantio de *Eucalyptus* sp., *Acacia mangium* e *Pseudosamanea guachapele* aumentos nos teores de K e N no solo sob a copa dessas espécies arbóreas. O mesmo autor destaca que o fuste e o arranjo das folhas nas espécies arbóreas são fatores que alteram a distribuição do K e N do solo na área de influência da copa.

Aumentos significativos nos teores de K e outros nutrientes foram observados em amostras de solo coletadas sob a copa de árvores em relação àquelas coletadas em áreas de pastagem sem árvores (Velasco et al., 1999). No Cerrado brasileiro, Oliveira et al. (2000) registraram que a concentração de K no solo sob a copa da leguminosa Barú foi

respectivamente, 74% e 134% maior do que a registrada sob a copa da não-leguminosa Pequii e da área sem árvores. Enquanto as diferenças encontradas por Andrade et al. (2002), nos teores de K foram de 13.2% e 12.4% para as profundidades de solo 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, a favor da sombra de Baginha, as de Xavier et al. (2003) foram de 83% e 75% a favor da sombra de *A. mangium* em relação aos teores encontrados a pleno sol.

Não foram observadas diferenças nos teores de Ca do solo entre as cinco distâncias para o Jacarandá da Bahia na profundidade do solo 0-5 cm, exceto na distância D5, e para as três leguminosas na profundidade 5-20 cm (Tabela 5). Os maiores teores de Ca do solo para Orelha de Negro e Angico Canjiquinha, na profundidade 0-5 cm foram encontrados, respectivamente, nas distâncias D1, D4 e D3, D4 e D5. A área de influência da copa do Jacarandá da Bahia, em ambas profundidades do solo e a da Orelha de Negro na profundidade 5-20 cm apresentaram em média 55% mais teor de Ca no solo do que a área localizada a pleno sol, enquanto o contrário foi observado para o Angico Canjiquinha nas duas profundidades, em média 44% e para a Orelha de Negro na profundidade 0-5 cm, em média 20% (Tabela 5). Segundo Stanley e Montagnini (1999) o valor do teor de Ca no solo sob a copa das árvores dependeu da espécie arbórea. Andrade et al. (2002) registraram diferenças no teor de Ca do solo na ordem de 19% e 57% para as profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente, a favor da área de influência

Tabela 5. Teor de Ca (cmol./dm³) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do raio da projeção da copa.

Espécie*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1-profundidade 0-5 cm					
Jacarandá da Bahia	0.93 Ab ***	0.90 Aa	0.85 Ab	0.87 Ab	0.75 Ac
Orelha de Negro	1.27 Aa	0.92 Ca	0.67 Dc	1.25 A a	1.03 Bb
Angico Canjiquinha	0.93 Bb	1.00 Ba	1.40 Aa	1.35 A a	1.23 Aa
2-profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	0.17 Aa	0.23 Aa	0.23 Aa	0.20 Ab	<0.01 Bc
Orelha de Negro	0.73 Aa	0.47 Aa	0.77 Aa	0.50 Ab	0.30 Ab
Angico Canjiquinha	0.53 Aa	0.60 Aa	1.07 Aa	1.47 Aa	1.03 Aa

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot (P < 0.05).

da copa da leguminosa arbórea Baginha. Comparando os teores de Ca no solo sob a copa de uma leguminosa Barú com uma não-leguminosa Pequi, Oliveira et al. (2000) observaram que o teor de Ca foi maior apenas sob a copa das árvores da leguminosa em relação ao solo localizado em área sem árvores. Xavier et al. (2003) também encontraram que a área de influência da copa de Acacia Australiana apresentou mais teor de Ca no solo, 97% e 11% em relação ao solo sem a presença da árvore.

Os teores de Mg na profundidade 0-5 cm do solo para Jacarandá da Bahia e Orelha de Negro foram maiores (P < 0.05) respectivamente nas distâncias (D1, D4, D5) e D1, enquanto na profundidade 5-20 cm não foram observadas diferenças entre as cinco distâncias para estas espécies. Com Angico Canjiquinha os maiores teores de Mg foram registrados na distância (D2, D3, D4, D5) e D4, respectivamente nas profundidades do solo 0-5 e 5-20 cm (Tabela 6).

As áreas de influência das copas da Orelha de Negro nas profundidades 0-5 e 5-20 cm e do Jacarandá da Bahia na profundidade 5-20 cm apresentaram aumentos respectivamente de 9%, 97% e 111% nos teores de Mg no solo em relação as áreas amostradas sem a presença de árvores, enquanto que com Angico Canjiquinha nas profundidades 0-5 e 5-20 cm e com o Jacarandá da Bahia na profundidade 0-5 cm foram observados decréscimos de 5%, 83% e 22% nas

concentrações de Mg do solo nas áreas de influência das copas em relação as árvores crescendo a pleno sol (Tabela 6). A grande variabilidade de Mg no solo já havia sido observada por Alvarez (1995). Segundo Stanley e Montagnini (1999) o valor do teor de Mg no solo sob a copa das árvores dependeu da espécie. No Cerrado brasileiro, Oliveira et al. (2000) registraram que a concentração de Mg no solo sob a copa da leguminosa Barú foi respectivamente, 82% e 96% maior do que a registrada sob a copa da não-leguminosa Pequi e da área sem árvores. Xavier et al. (2003) registraram acréscimo de 76% e 38% nos teores de Mg no solo nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, nas áreas de influência da copa de Acacia Australiana comparados com aquelas sem árvores. Por outro lado, Andrade et al. (2002) observaram apenas um pequeno aumento (5%) no teor de Mg do solo na área de influência da copa da árvore de Baginha na profundidade 0-20 cm e nenhum diferença na profundidade 20-40 cm.

Não foram observadas diferenças significativas (P > 0.05) no pH do solo entre as cinco distâncias, nas duas profundidades de solo, para as leguminosas Jacarandá da Bahia e Angico Canjiquinha e na profundidade 5-20 cm para a Orelha de Negro. O pH do solo na profundidade 0-5 cm com a Orelha de Negro foi maior nas distâncias D4 e D5 (Tabela 7). De uma maneira geral, foi observada pouca diferença entre o pH do solo na área de influência da copa das três leguminosas

Tabela 6. Teor de Mg ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) no solo sob pastagem de capim survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do caule tomadas no raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
	1 -profundidade 0-5 cm				
Jacarandá da Bahia	0.68 Ab ***	0.50 Bb	0.57 Bb	0.67 Ab	0.75 Aa
Orelha de Negro	1.10 Aa	0.83 Ba	0.72 Bb	0.78 Ba	0.83 Ba
Angico Canjiquinha	0.70 Bb	0.90 Aa	0.98 Aa	0.87 Aa	0.93 Aa
	2 -profundidade 5-20 cm				
Jacarandá da Bahia	0.20 Aa	0.17 Aa	0.20 Aa	0.17 Aa	< 0.01 Ac
Orelha de Negro	0.90 Aa	0.47 Aa	0.72 Aa	0.43 Aa	0.27 Ab
Angico Canjiquinha	0.37 Ba	0.33 Ba	0.57 Ba	0.87 Aa	0.66 Ba

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot ($P < 0.05$).

arbóreas e na área sem árvores, em ambas profundidades. Estes resultados são coincidentes com os encontrados por Oliveira et al. (2000) Andrade et al. (2002) e Xavier et al. (2003).

Não foram observadas diferenças nos teores de Al entre as cinco distâncias, nas duas profundidades de solo com Angico Canjiquinha (Tabela 8), no entanto, os maiores teores de Al com o Jacarandá da Bahia e Orelha de Negro nas profundidades 0-5 cm foram encontrados, respectivamente, nas distâncias D4 e D2, D3, D4. Na profundidade 5-20 cm, as maiores concentrações de Al com

estas duas leguminosas foram registradas nas distâncias D1, D2 e D5 para Jacarandá da Bahia e D e D2 para Orelha de Negro. Os valores mostrados na Tabela 8 para os teores de Al na profundidade 0-5 cm são considerados baixo ($< 0.3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), segundo Freire et al. (1988). O teor médio de Al encontrado acima de $0.3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ na área de influência da copa da Orelha de Negro, comparado com aquele fora da influência da copa desta espécie (Tabela 8), não está em concordância com os resultados de Andrade et al. (2002). Estes autores mostraram que os teores de Al encontrados na área de influência da copa de árvore de Baginha, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm,

Tabela 7. Valores de pH em água, no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do caule tomadas no raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
	1 -profundidade 0-5 cm				
Jacarandá da Bahia	5.47 Aa***	5.60 Aa	5.70 Aa	5.80 Aa	5.67 Aa
Orelha de Negro	5.53 Ba	5.53 Ba	5.57 Ba	5.80 Aa	5.77 Aa
Angico Canjiquinha	5.70 Aa	5.73 Aa	5.73 Aa	5.77 Aa	5.83 Aa
	2 -profundidade 5-20 cm				
Jacarandá da Bahia	5.26 Aa	5.40 Aa	5.63 Aa	5.60 Aa	5.53 Aa
Orelha de Negro	5.33 Ba	5.40 Ba	5.43 Aa	5.76 Aa	5.63 Aa
Angico Canjiquinha	5.60 Aa	5.73 Aa	5.83 Aa	5.93 Aa	5.60 Aa

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot ($p < 0,05$).

Tabela 8. Teor de Al (cmol_c/dm³) no solo sob pastagem de capim Survenola em consórcio com leguminosas arbóreas nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm em diferentes distâncias do caule tomadas no raio de projeção da copa.

Arbol*	Distância**				
	D1	D2	D3	D4	D5
1 -profundidade 0-5 cm					
Jacarandá da Bahia	<0.01Ba***	<0.01 Bb	0.02 Bb	0.10 Aa	<0.01 Ba
Orelha de Negro	<0.01 Ba	0.17 Aa	0.17 Aa	0.13 Aa	<0.01Ba
Angico Canjiquinha	<0.01 Aa	<0.01 Ab	<0.01 Ab	0.03 Ab	<0.01 Aa
2 profundidade 5-20 cm					
Jacarandá da Bahia	0.37 Aa	0.30 Ab	<0.01 Bb	<0.01 Ba	0.30 Aa
Orelha de Negro	0.40 Aa	0.60 Aa	0.33 Ba	<0.01 Ca	<0.01 Cb
Angico Canjiquinha	<0.01 Ab	<0.01 Ac	<0.01 Ab	<0.01 Aa	<0.01 Ab

* Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*); Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*); Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*).

** D1 -50 cm do tronco das leguminosas, D2 -metade do raio da copa, D3 -uma vez o raio de projeção da copa, D4 -uma vez e meio o raio de projeção da copa, D5 -duas vezes o raio de projeção da copa.

*** Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, dentro de cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott - Knot (P < 0,05).

diminuíram 20% e 12%, respectivamente, quando comparados com aqueles fora da influência da copa; enquanto Oliveira et al. (2000) não encontraram diferenças entre os teores de Al registrados no solo sob as copas da leguminosa barú, da não leguminosa pequi e da área sem árvores.

Conclusões

As espécies arbóreas apresentaram capacidade diferenciada de alterar os níveis de fertilidade do solo nas diferentes distâncias do caule, entretanto, o solo localizado na área de influência da copa das leguminosas fixadoras de nitrogênio, Orelha de Negro e Jacarandá da Bahia, sempre apresentou maiores teores de N; enquanto sob a copa de Jacarandá da Bahia, o P, K e o Ca foram maiores.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la copa de árbol en el pH y en los contenidos de C, N, P, K, Ca, Mg y Al en el suelo en diferentes distancias partir del tallo de árboles leguminosa y no-leguminosa: D1 = 50 cm del tronco, D2 = mitad del radio de la proyección de la copa, D3 = el radio de la proyección de la copa, D4 = uno y medio el radio de la proyección de la copa y D5 = dos veces el radio de la proyección de la copa (distancias correspondientes a las áreas fuera de las copas

y consideradas como testigos). Las especies utilizadas fueron Jacaranda da Bahia (*Dalbergia nigra*) y Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*) y la no-leguminosa Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*). Se utilizó un diseño de bloques al azar en parcela subdividida, donde el árbol representó la parcela y las cinco distancias las subparcelas. El área de influencia de la copa de las leguminosas fijadoras de N₂, Jacarandá da Bahia y Orelha de Negro, presentaron mayores contenidos de N en las dos profundidades del suelo (0-5 y 5-20 cm), mientras que el contenido de K del suelo fue mayor en el área de influencia de la copa de del Jacarandá da Bahia. El contenido de C en el suelo en la profundidad de 0-5 cm fue mayor en el área de influencia de la copa de Jacarandá da Bahia que en el área fuera de la copa, lo contrario fue observado para la Oreja de Negro y Angico Canjiquinha. No se detectaron diferencias significativas en el contenido de C en la profundidad de 5-20 cm del suelo, entre las áreas de influencia de la copa y fuera de la copa. En ambas profundidades, los contenidos de Ca y Mg fueron mayores en el área de influencia de la copa de Jacarandá da Bahia y Oreja de Negro y en el área fuera de la copa de Angico Canjiquinha. No se encontraron diferencias en el pH del suelo entre los tratamientos y el contenido de Al fue superior a 0.3 cmol_c/dm³ en el área de influencia de la copa de Angico Canjiquinha.

Summary

The objective of this study was to evaluate the effect of the tree top in the pH, and in the contents of C, N, P, K, Ca, Mg and Al in the soil, at different distances from the stem of leguminous and no-leguminous trees: D1 = 50 cm from the trunk, D2 = half of the radius of the projection of the top, D3 = the radius of the projection of the top, D4 = one and half the radius of the projection of the top, and D5 = twice the radius of the projection of the top (distances corresponding to the areas out of the tops and considered as controls). The used species were Jacaranda da Bahia (*Dalbergia nigra*) and Orelha de Negro (*Enterolobium contorsiliquum*), and the no-leguminous Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*). A design of randomized blocks was used in a sub-split plot, where the tree represented the plot and the five distances, the subplots. At the area of influence of the top (of the N² fixing legume), Jacaranda da Bahia and Orelha de Negro presented higher contents of N at two soil depths (0-5 and 5-20 cm), while the K contents in the soil was higher in the influence area of the Jacaranda da Bahia top. The C contents in the soil at 0-5 cm deep was higher in the influence area of the Jacaranda da Bahia top than in the area outside of the top, the opposite was observed for Orelha de Negro and Angico Canjiquinha. Significant differences were not detected in the C contents at 5-20 cm deep, in the influence areas of the top, and outside the top. At both depths, the contents of Ca and Mg were higher in the influence area of the Jacaranda da Bahia top and the Orelha de Negro top, and in the area outside of the top of Angico Canjiquinha. No differences were found in the pH of the soil among treatments, and the Al content was superior at 0.3 cmol_c/dm³ in the influence area of the Angico Canjiquinha top.

Referências

- Alvarez, V. H. 1995. Avaliação da fertilidade do solo. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS -Brasília/DF.) Módulo 11. Curso de Fertilidade e Manejo do Solo. 98 p.
- Andrade, C. M. de; Valentim, J. F.; e Carneiro, J. C. 2002 Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* Aubl. Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. Rev. Brasil. Zoot. 31(2):574-582.
- Balieiro, F. C. 1999. Nutrientes na água de chuva e na biomassa em monocultivo e consórcio de *Acacia mangium* W., *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, 99p. Dissertação Mestrado Ciência do Solo, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Carvalho, M. M. e Xavier, D. F. 2000. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. Juiz de Fora. Embrapa Gado de Leite – FAO. CD ROM.
- Chaturvedi, O. P. e Dias, D. K. 2002. Effect of bund trees on soil fertility and yield of crops. Range Manag. Agrof. 23(2):90-94.
- Daccarett, M. e Blydenstein, J. 1968. La influencia de árboles leguminosas sobre el forraje que cresce bajo ellos. Turrialba 18(4):405-408.
- Freire, L. R.; Bloise, R. M.; Moreira, G. N.; e Eira, P. A. 1988. Análise química do solo. En: Almeida D. L. et al. (eds.). Manual de adubação para o Rio de Janeiro. Itaguaí: Editora Universidade Rural. Coleção Universidadesde Rural Ciências Agrárias 2:24-37.
- Ingleby, K.; Diagne, O.; Deans, J. D.; Lindley, D. K.; Neyra, M.; e Ducouso, M. 1997. Distribution of roots, arbuscular mycorrhizal colonisation and spores around fast-growing tree species in Senegal. Forest Ecol. Manag. 90(1):19-27.
- Jofre, R.; Vacher, J.; Llanos, C. de los; e Long, G. 1988. The dehesa: na agrosilvopastoral system of the mediterranean region with special reference to the sierra Morena area of Spain. Agrof. Syst. 6:71-96.
- Kellman, M. 1979. Soil enrichment by neotropical savanna trees. J. Ecol. 67:565-577.
- Mahecha, L.; Rosales, M.; Molina, C. H.; e Molina, E. J. 1999. Un sistema silvipastoril de *Leucaena leucocephala* -*Cynodon*

- plectostachyus-Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. En: Sánchez, M. D. y Rosales, M. M. (eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma. FAO. p. 407-419.
- Nair, P. K. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 499 p.
- _____. 1999. Biogeochemical processes in tropical agroforestry systems: Nutrient cycling. En: Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais no Contexto da Qualidade Ambiental e Competitividade. 2. 1998, Belém. Palestras. Belém. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - Amazônia Oriental). Documentos, 25. p. 81-89.
- Oliveira, J. C.; Reichardt, K.; Bachi, O. O.; Timm, L. C.; Dourado-Neto D.; Trivelin, P. O.; Tominaga, T. T.; Navarro, R. C.; Piccolo, M. C.; e Cássaro, F. A. 2000. Nitrogen dynamics in a soil sugar cane system. *Scientiae Agricola* 57(3):467-472.
- Ovalle, C. e Avendaño, J. 1984. Utilización silvopastoril del espino. II. Influencia del espino (*Acacia caven* (Ml.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. *Agric. Téc.* 44(4):353-362.
- Silva, F. C. da . 1999. Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Informática Agropecuária). Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 370 p.
- Stanley, W. G. e Montagnini, F. 1999. Biomass and nutrient accumulation in pure and mixed plantations of indigenous tree species grown on poor soils in the humid tropics of Costa Rica. *Forest Ecol. Manag. Agrof.* 23(2):90-94.
- Velasco, J. A.; Camargo, J. C.; Andrade, H. J.; e Ibrahim, M. 1999. Mejoramiento del suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*. En: Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. 6. Cali. Memórias. Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). CD ROM.
- Wilson, J. R. 1998. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in the humid south-east Queensland. *Trop. Grassl.* 32(4):209-220.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; e Botrel, M. A. 2003. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. *Pasturas Tropicales* 25(1):21-26.

Estabelecimento, produção de fitomassa, acúmulo de macronutrientes e estimativa da fixação biológica de nitrogênio em *Arachis*

P. G. Soares*, A. Silva de Resende**, S. Urquiaga**, E.F.C. Campello** e A. A. Franco**

Introdução

A capacidade de algumas leguminosas de fixar N atmosférico em simbiose com bactérias possui grande importância ecológica e interesse comercial (Döbereiner, 1978), principalmente nos trópicos onde a redução no uso destes insumos pode trazer um ganho de rentabilidade para produtores menos capitalizados. Sua contribuição se dá pela adição de material vegetal com baixa relação C/N e com diferentes padrões de decomposição, proporcionando melhorias físicas, químicas e biológicas ao solo e funcionando como agente formador de matéria orgânica (Franco et al., 1995). Como forrageiras, as leguminosas no Brasil ainda são pouco exploradas, mas com a contínua utilização de gramíneas, elas terão forçosamente de participar cada vez mais na manutenção de pastagens, já que é economicamente inviável a adubação nitrogenada em pastagens de exploração intensiva.

Entre as leguminosas tropicais destaca-se o gênero *Arachis* spp. (Fabaceae), de ocorrência natural restrita à América do Sul, com 69 espécies registradas por Krapovickas e Gregory (1994). Valls e Simpson (1994) sugerem a existência de 80 espécies, sendo

notável o alto índice de endemismo, especialmente no caso do Brasil (47 espécies) e Bolívia (10 espécies). O maior interesse pela prospecção, resgate e caracterização de germoplasma das espécies silvestres de *Arachis* reside em seu potencial de fornecimento de genes úteis para o melhoramento do amendoim (*A. pintoi* e *A. repens*) cultivado (Stalker, 1992) principalmente no que diz respeito à resistência a pragas e doenças, mas sua aplicação como forrageira animal, vem despertando para a necessidade de tentar buscar ecótipos mais adaptados para cada região de interesse.

As espécies estoloníferas perenes *A. pintoi* e *A. repens*, conhecidas como amendoim forrageiro, têm merecido atenção especial devido a seu potencial como cobertura viva de solos e para um manejo adequado de pastagens tropicais (Boddeys et al., 1997). O amendoim forrageiro tem como características importantes a sua persistência no sistema, boa adaptação a solos com baixa fertilidade e acidez elevada, além de boa tolerância a seca (Kerridge e Hardy, 1994). Proporciona melhoria física e química do solo e tem ótima habilidade em adquirir P em solos com baixos teores desse elemento (Rao e Kerridge, 1994). Segundo Allen e Allen, o gênero *Arachis* é conhecido por nodular com rizóbio nativos do solo, porém relativamente poucas estirpes são capazes de proporcionar níveis elevados de nitrogênio fixado (Thomas, 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de 12 acessos de *Arachis* spp., provenientes de diversos estados brasileiros, a produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em sua biomassa aérea, bem como a contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) no desenvolvimento das plantas.

* Engenheiro Florestal-pablogtrs@globocom.com, estudante de mestrado em Ciências Florestais, ESALQ-SP

**Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia km 47 Ant. Est. Rio São Paulo. Seropédica, RJ CEP 23890-000 CP 74505 alex@cnpab.embrapa.br, campello@cnpab.embrapa.br, urquiaga@cnpab.embrapa.br, avilio@cnpab.embrapa.br

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agrobiologia (22° 46' S; 43° 41' O), km 47 da antiga rodovia Rio - São Paulo, município de Seropédica (RJ). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw. A pluviosidade e temperatura locais (média anual) são de 1226 mm e 22.6 °C, respectivamente. A região apresenta o predomínio de um clima tropical quente e úmido, sem inverno pronunciado e cujo regime pluviométrico é assinalado pela existência de um período chuvoso no verão e estiagem no inverno.

Foram plantados 12 acessos de *Arachis* spp., coletados em vários pontos do Brasil e gentilmente cedidos pela Embrapa Cerrados. As plantas são numeradas de acordo com o Cadastro de Acessos de Germoplasma de *Arachis*, da coleção existente na Embrapa/Cenargen (Tabela 1). As mudas, produzidas por estaquia no viveiro da Embrapa Agrobiologia, foram acondicionadas em bandejas de isopor de 72 células, onde permaneceram por 3 meses até o transplante definitivo para o campo. Os acessos de *Arachis* spp. foram plantados em março de 2000, em Argissolo, cuja análise química de amostra de terra (Embrapa, 1979), coletada na profundidade de 0-20 cm, apresentou: pH em água (1:2.5): 4.9, concentração de Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} ($cmol_c/dm^3$): 0.1, 2.5 e 1.4 respectivamente; P e K (mg/kg): 3 e 95; N, C e M.O. (g/kg): 1.2, 10.4 e 17.9 respectivamente. Na ocasião do plantio, foram adicionados por cova, 50 g de fosfato de rocha de Patos de Minas, 10g de FTE BR12 para

garantir a suficiência em micronutrientes, além de 25 g de calcário dolomítico como suprimento de Ca e Mg. Não foi feita inoculação com rizóbio ou fungos micorrízicos. Cada acesso ocupou uma parcela de 12 m², com espaçamento entre covas de 1 x 1m. O delineamento foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e o teste de Scott-Knott (5 %) foi utilizado para testar as médias.

As plantas foram avaliadas quanto à velocidade de crescimento (cobertura do solo) medindo-se mensalmente o comprimento (em dois sentidos) de ocupação de cada muda no solo, até que atingissem a área máxima disponível (1 m²). Com o solo totalmente coberto e a cultura já estabelecida, amostras foram coletadas por meio de cinco cortes para determinar a produção de matéria seca (MS) e os teores de nutrientes na parte aérea. O primeiro corte, de uniformização, foi feito cerca de 18 meses após o plantio. Os demais foram realizados em julho e dezembro de 2002, e em abril e novembro de 2003. A partir do quarto corte, toda a fitomassa cortada foi retirada das parcelas experimentais, ao contrário das três primeiras que foram deixadas em cobertura.

As amostras de tecido vegetal foram coletadas de forma aleatória numa área de 1 m² por parcela, depois pesadas e secas a 65 °C até peso constante. O material de cada amostra foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 2 mm, de onde foram retiradas sub-amostras para determinação dos teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Tabela 1. Identificação dos acessos de *Arachis* usados no experimento. Baseado no Cadastro de Acessos de Germoplasma de *Arachis* da Embrapa-Cenargen.

Acesso No. BRA	Localização das coletas (município de origem)	Lat.	Long.	Alt. (m.s.n.m.)
	<i>Arachis pintoi</i> (Krapov. e Gregory)			
031496	Simões Filho, BA	12°49" S	38°24" O	37
031828	Itabuna (Ceplac), BA	—	—	—
013251	Belmonte, BA	15°52" S	39°08" O	50
031542	Belmonte, BA	15°53" S	39°06" O	38
030333	Formosa, GO	-	-	-
031135	Formosa, GO	15°17" S	47°23" O	650
015121	Formosa, GO	15°26" S	47°21" O	700
022683	Arinos, MG	16°09" S	46°12" O	550
031143	Francisco Badaró, MG	17°03" S	42°21" O	360
030368	Unai, MG	16°18" S	46°58" O	630
	<i>Arachis repens</i> (Handro)			
031861	[desconhecida]	—	—	—
031801	Itabuna, BA	14°48" S	39°17" O	362

O N total foi determinado a partir do extrato obtido pela digestão úmida, baseado no método da oxidação Kjeldahl (Bremner, 1965). Na análise dos demais nutrientes, usou-se a digestão nitroperclórica (Embrapa, 1979), sendo o P determinado pelo método colorimétrico com azul de molibdênio, o K por fotometria de chama, e o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica (Miyazawa et al., 1992).

As amostras coletadas no quinto corte foram pulverizadas e analisadas em espectrômetro de massas para determinação do enriquecimento de ^{15}N e quantificação da FBN pelo método da abundância natural de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) (Shearer e Kohl, 1986). Como planta referência (não-fixadora de N) foi utilizada a trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Para a determinação do percentual de N derivado da FBN (%Ndfa) nos acessos de *Arachis*, foi usada a fórmula:

$$\%Ndfa = 100 \times \frac{\delta^{15}\text{N}(\text{trapoeraba}) - \delta^{15}\text{N}(\text{Arachis})}{(\delta^{15}\text{N}(\text{trapoeraba}) - B)}$$

onde, B é $\delta^{15}\text{N}$ do *Arachis* spp. crescendo com o N atmosférico como única fonte nitrogenada.

Neste experimento, utilizou-se $B = -1.41$ de acordo com Okito et al. (2004). A partir desses dados, observou-se a relação da FBN com a produção de MS e os teores de nutrientes usando regressão linear.

O acúmulo de nutrientes foi estimado a partir da concentração do elemento presente em cada amostra, em g/kg, multiplicada pelo peso total de MS estimado em Mg/ha. Da mesma forma, a contribuição da fixação simbiótica de N foi estimada relacionando-se %Ndfa com o acúmulo de N no quinto corte.

Resultados e discussão

Observou-se que os acessos de *A. repens* (BRA 031861 e BRA 031801), BRA 031828 e BRA 031496 de *A. pintoi* proporcionaram um maior recobrimento da área em menor tempo, levando entre 6 e 7 meses. Um grupo apresentou comportamento intermediário, enquanto que os acessos BRA 030333, BRA 022683 e BRA 015121 levaram cerca de 10 meses para cobrir o solo (Figura 1). O sucesso de *A. repens* no estabelecimento deve-se ao seu comportamento, emitindo grande quantidade de estolões, enquanto que os outros acessos crescem um pouco mais em altura em

detrimento do crescimento horizontal. O espaçamento adotado (1 x 1 m) permitiu um bom acompanhamento da velocidade de crescimento, porém apresentou desvantagens devido à quantidade elevada de capinas necessárias até a completa cobertura do solo pelo *Arachis*.

Em relação à produção de MS destacaram-se na fase de estabelecimento BRA 030368, BRA 031496, BRA 031861 e BRA 031143, com até 5.8 Mg/ha em 18 meses. Durante 2002, o acesso BRA 031496 apresentou a maior produção com 14 Mg/ha, seguido por BRA 031861 e BRA 031828 acumulando cerca de 12 Mg/ha. Esses acessos sobressaíram-se também no ano seguinte, produzindo em torno de 9 Mg/ha (Figura 2). Valentim (1997) relatou para o acesso BRA 031143 uma produção de MS de 18 Mg/ha por ano; para BRA 015121 e cv. Amarillo obteve de 10 a 15 Mg/ha por ano, respectivamente. Em áreas alagáveis do Cerrado, Pizarro et al. (1993) verificaram uma produção de 5.2 e 5.8 Mg/ha de MS em *A. repens* (BRA 031861) e 13 e 11 Mg/ha para *A. pintoi* (BRA 031143) no primeiro e segundo anos de avaliação, respectivamente. Esses dados sugerem um efeito direto do clima, principalmente dos índices pluviométricos, na produção vegetal. Vale ressaltar que os acessos que melhor se adaptaram a região experimental foram os provenientes do estado da Bahia, com condições climáticas semelhantes a Seropédica, RJ.

No primeiro corte efetuado, bem como nos dois cortes subsequentes, os maiores teores de N na parte aérea foram encontrados

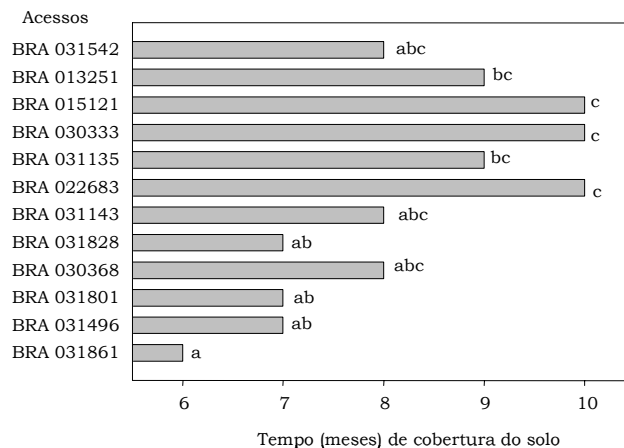


Figura 1. Tempo de cobertura (velocidade de ocupação) do solo de acessos BRA de *Arachis*.

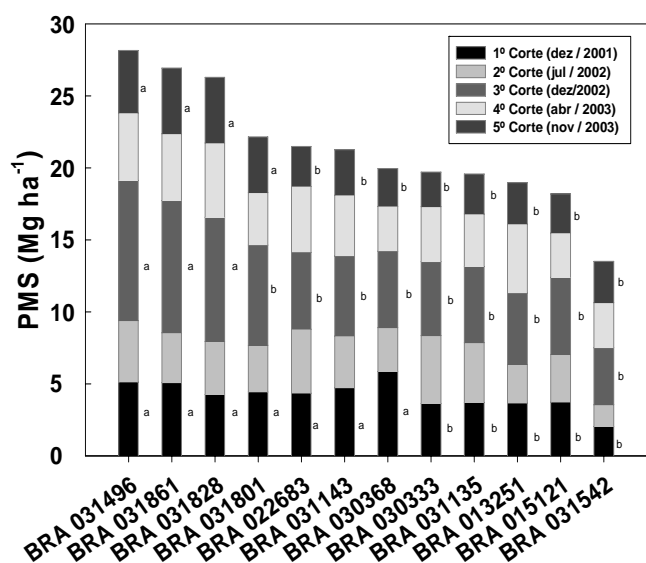


Figura 2. Produção de matéria seca de 12 acessos de *Arachis* spp. em 5 cortes no experimento.

em *A. repens* BRA 031861 e BRA 031801, seguido de *A. pintoi* BRA 031496 no quarto e quinto cortes, contendo até 41 g/kg de N em seus tecidos. Os demais acessos obtiveram em média 30 g/kg. Resultados semelhantes foram obtidos por Perin et al. (2000) para *A. pintoi* cv. Amarillo. As concentrações de N foram mais baixas por ocasião do quarto corte, havendo um aumento perceptível no corte seguinte, podendo esta oscilação indicar um padrão diferenciado da FBN ou do reaproveitamento de N na biomassa. O acesso BRA 031861, juntamente com BRA 031496, foram os que mais acumularam N na biomassa no 2002, com mais

de 400 kg/ha. Estes acessos, além de BRA 031828 e BRA 031801, também se sobressaíram no quinto corte, já sob influência da retirada da biomassa cortada da área experimental (Tabela 2). Os menores valores estiveram próximos a 200 kg/ha por ano de N em 2002. Espíndola et al. (1997) obtiveram para *A. pintoi* até 140 kg/ha de N em 7 meses. Em associação com gramíneas, *A. pintoi* chega a acumular mais de 100 kg/ha por ano de N, suficiente para suprir as perdas deste nutriente em áreas sob pastejo (Thomas et al., 1992).

Não houve diferenças significativas nos teores de P e K entre os tratamentos, com exceção de P no primeiro corte. Os teores de P na parte aérea no primeiro corte foram de 2.14 g/kg e no quinto corte, até 2.17 g/kg. As concentrações de K variaram de 8 a 15 g/kg por ocasião do primeiro corte e de 6.2 a 14.8 g/kg nos cortes seguintes. Dados semelhantes foram obtidos por Rao et al. (1993) e Perin et al. (2000), porém um pouco inferiores aos de Grof (1985).

As variações nos teores de Ca no corte de uniformização e no terceiro corte foram pequenas. Em todos os cortes, o acesso BRA 030368 apresentou os teores mais elevados, com até 33.9 g/kg em seus tecidos. *Arachis repens* (BRA 031801) mostrou baixa concentração de Ca na parte aérea, ficando sempre acima dos níveis críticos (Rao e Kerridge, 1994). Em relação a Mg, foram poucas as variações entre os acessos, ficando entre 6 e 8 g/kg em seus tecidos.

Tabela 2. Acúmulo de N (kg/ha) ao longo de cinco cortes em 12 acessos de *Arachis*.

Acessos No. BRA	N total acumulado na parte aérea (kg/ha)					FBN	
	Dez/01	Jul/02	Dez/02	Abr/03	Nov/03	%	kg ha ⁻¹
031496	172 a*	129	301 a	135 a	165 a	69.4 a	122a
031861	181 a	110	352 a	148 a	189 a	63.8 a	121a
031828	143 a	114	268 a	127 a	174 a	52.0 a	91a
031801	161 a	100	230 a	98 b	152 a	60.0 a	93a
022683	132 a	123	166 b	127 a	95 b	31.1 b	30b
031143	140 a	106	152 b	101 a	114 b	40.8 b	47b
030368	155 a	84	138 b	92 b	82 b	36.6 b	69b
030333	119 b	126	141 b	98 b	79 b	32.4 b	28b
031135	125 b	117	148 b	94 b	64 b	41.6 b	36b
013251	106 b	82	134 b	106 b	103 b	46.0 b	47b
015121	110 b	98	159 b	78 b	99 b	37.2 b	36b
031542	58 c	66	148 b	101 b	106 b	44.5 b	52b
Média	134	105	195	109	118	46.3	64.3
CV (%)	24.9	30.6	30.1	20.8	30.4	23.9	41.6

* Valores em cada coluna, seguidos por mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5%.

Tabela 3. Acúmulo de P e K (kg/ha) na biomassa de 12 acessos de *Arachis*.

Acessos No. BRA	Acúmulo de nutrientes na parte aérea (kg/ha) em cinco cortes									
	Dez/01	Jul/02	Dez/02	Abr/03	Nov/03	Dez/01	Jul/02	Dez/02	Abr/03	Nov/03
	Fósforo					Potássio				
031496	9 a	5	18 a	7	6 b	63	28	84	42	29
031861	10 a	5	17 a	6	9 a	70	29	67	46	55
031828	8 a	6	17 a	8	8 a	51	23	62	46	35
031801	8 a	3	13 b	6	7 b	58	15	68	29	40
022683	6 b	6	10 b	7	5 b	47	37	45	43	26
031143	7 a	4	10 b	6	6 b	62	35	44	38	32
030368	9 a	4	9 b	5	5 b	70	24	49	51	36
030333	5 b	4	8 b	6	3 b	54	39	37	42	23
031135	7 a	5	9 b	5	4 b	48	44	35	39	27
013251	5 b	3	8 b	5	4 b	31	19	35	35	26
015121	6 b	4	10 b	4	4 b	44	24	32	28	24
031542	3 b	2	7 b	5	5 b	26	9	28	24	20
Média	6.9	4.25	11.3	5.8	5.5	52.0	27.2	48.8	38.6	31.1
CV (%)	29.4	38.5	30.7	31.7	34.2	37.0	52.4	51.9	37.5	48.5

* Valores em cada coluna, seguidos por mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5%.

A variação no acúmulo de nutrientes foi dependente da MS, devido à pouca variabilidade entre as concentrações. O acúmulo de P mostrou diferenças entre os acessos, variando particularmente na época do verão, acumulando até 18 kg/ha. Este padrão, no entanto, não foi mantido ao longo do tempo. O acúmulo de K foi de até 70 kg/ha no corte inicial, ocorrendo uma certa uniformidade quanto aos acessos mais produtivos (Tabela 3). O acesso BRA 031496 se destacou quanto ao acúmulo de Ca e Mg, acumulando no 2002 até 245 e 77 kg/ha de Ca e Mg, respectivamente (Tabela 4).

Devido ao fato do material cortado ser devolvido à área útil da parcela experimental e do grande intervalo de tempo entre os cortes, possibilitando a ciclagem de nutrientes contidos na fitomassa, o acúmulo de MS e nutrientes pode estar superestimado, quando comparado com uma situação real de retirada de material, seja por pastejo ou pela demanda nutricional de culturas em consórcio. Deve-se ressaltar que as plantas não receberam nenhum tipo de adubação após 4 anos de plantio. Segundo Thomas (1994) níveis reduzidos de biomassa acumulada constituem um provável empecilho à reciclagem de nutrientes via material vegetal de *Arachis* spp., o que pode explicar as diferenças crescentes

Tabela 4. Acúmulo de Ca e Mg na biomassa de 12 acessos de *Arachis* em cinco cortes.

Acessos No. BRA	Acúmulo de nutrientes na parte aérea (kg/ha)									
	Dez/01	Jul/02	Dez/02	Abr/03	Nov/03	Dez/01	Jul/02	Dez/02	Abr/03	Nov/03
	Cálcio					Magnésio				
031496	153 b	103	245 a	94	81 a	35	30	77	30	26
031861	124 c	78	197 a	95	69 a	32	25	59	17	23
031828	115 c	80	198 a	105	83 a	24	20	45	28	21
031801	99 c	38	120 b	65	53 b	27	13	39	20	18
022683	112 c	98	118 b	108	44 b	24	21	27	26	14
031143	141 b	92	116 b	74	57 b	25	17	31	22	17
030368	204 a	77	144 b	95	53 b	28	13	25	14	21
030333	97 c	99	112 b	77	41 b	21	22	33	21	11
031135	137 c	90	108 b	75	49 b	23	22	32	21	12
013251	114 c	63	113 b	75	54 b	23	17	34	20	17
015121	95 c	73	120 b	49	48 b	21	18	37	16	14
031542	48 c	34	85 b	76	51 b	11	9	25	19	16
Média	119.9	77.1	139.6	82.3	56.9	24.5	18.9	38.7	21.2	17.5
CV (%)	32.0	34.7	28.3	27.2	30.8	24.5	35.4	31.9	38.1	25.1

* Valores em cada coluna, seguidos por mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5%.

encontradas entre os acessos ao longo dos anos.

A proporção de N derivado da fixação biológica (%Ndfa) foi alta para os acessos BRA 031496 e BRA 031828 (*A. pintoi*) e BRA 031861 e BRA 031801 (*A. repens*), quando comparada com os demais, com 52% a 69 % de N fixado, variando entre 90 a 120 kg/ha (Tabela 2). Os resultados mostram uma relação direta da FBN com a produção de MS e teor de N, concordando com Thomas (1994) que afirma que a quantidade de N fixado está diretamente relacionada com o crescimento; qualquer fator que o limite, seja por doenças ou estresse hídrico, da mesma forma afetará a fixação simbiótica de N. O mesmo autor ainda constatou para *A. pintoi* em pasto com *Brachiaria* sp., uma proporção de cerca de 80% do N fixado via atmosfera. Em uma área de pasto na Colombia, *A. pintoi* fixou em média 63% do N contido na biomassa (Suarez-Vásquez et al., 1992). A correlação PMS/N x %Ndfa pode ser melhor observada na Figura 3. Os dados indicam que 75% do acúmulo de MS é devido à alta eficiência da FBN na cultura. Quanto aos teores dos outros nutrientes, não houve relação direta com a FBN. Cabe ressaltar que os acessos que melhor se comportaram, em quase todos os parâmetros avaliados (*A. pintoi* BRA 031496 e BRA 031828 e *A. repens* BRA 031861 e BRA 031801) foram provenientes de coletas realizadas no estado da Bahia.

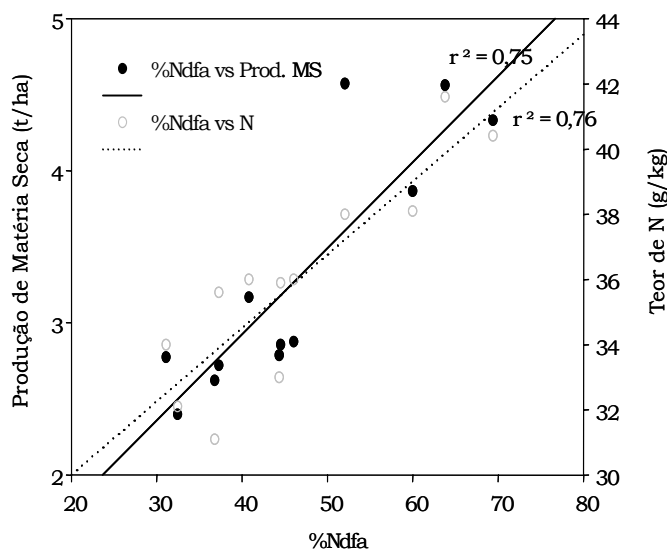


Figura 3. Correlação do peso de matéria seca (PMS) e teor de N com o nitrogênio derivado da fixação biológica (%Ndfa) em *Arachis* no quinto corte.

Conclusões

Os acessos apresentaram boa adaptação às condições regionais. Destaque foi dado para *A. pintoi* BRA 031496 e BRA 031828 e *A. repens* BRA 031861 e BRA 031801, pelo rápido crescimento e elevado acúmulo de material vegetal rico em N. Até 70% do N foi oriundo da fixação biológica, proporcionando um grande aporte ao sistema e dispensando o uso de fertilizantes nitrogenados, esses acessos seriam os mais recomendáveis para a produção em larga escala, por esses aspectos. A FBN influenciou diretamente no acúmulo de MS, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento das plantas com o passar dos anos.

Resumen

En la estación experimental de Embrapa Agrobiología, Seropédica, Rio de Janeiro, se evaluaron la celeridad de establecimiento, la producción de materia seca (MS), la acumulación de nutrientes y la fijación biológica de nitrógeno (FBN) de 12 accesiones de maní forrajero (*Arachis* spp.) procedentes de diferentes Estados de Brasil. El estudio se realizó en un suelo podzólico, serie Itaguaí. Cada unidad experimental ocupó una parcela de 12 m² con distanciamiento entre plántulas de 1 x 1 m. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Hasta noviembre de 2003 se realizaron cinco cortes y en el material cosechado se determinaron la producción de MS y las concentraciones y contenidos de N, P, K, Ca y Mg. En el último corte se estimó la contribución de la FBN a través de la técnica de abundancia natural de ¹⁵N. Los resultados indicaron que durante el periodo experimental *A. repens* BR 31861 y 31801, *A. pintoi* 31828 y 31496, provenientes del Estado de Bahia, fueron las de mejor comportamiento en la región, presentando una producción anual (t/ha), promedio, de 8.5 de MS y 260 de N con 70% proveniente de la FBN. Estas accesiones también acumularon las mayores cantidades de nutrientes (kg/ha por año) de P (13), K (76), Ca (193) y Mg (57). Mediante análisis de correlación se determinó que la 75% de la producción de MS depende, en este caso, de la FBN.

Summary

In the experimental station of Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Rio de Janeiro, the establishment speed, the production of dry matter (DM), the accumulation of nutriment and the biological fixation of nitrogen (BFN) of 12 accessions of forage peanut (*Arachis* spp.) coming from different states of Brazil were evaluated. The study was carried out in a podzolic soil, Itaguaí series. Each experimental unit occupied a plot of 12 m² with a 1 x 1 m separation among seedlings. The experimental design was a randomized blocking with four repetitions. Until November 2003, five cuts were made, and in the harvested material, the DM production and the concentrations and contents of N, P, K, Ca and Mg were determined. In the last cut, the contribution of the FBN through the technique of natural abundance of ¹⁵N was determined. The results indicated that during the trial period, *A. repens* BR 31861 and 31801, *A. pintoi* 31828 and 31496, coming from Brachia State, presented a better behavior in the region, showing an annual average production (t/ha), of 8.5 of DM and 260 of N with 70% coming from the FBN. These accessions also accumulated the higher quantities of nutriment (kg/ha per year) of P (13), K (76), Ca (193) and Mg (57). By means of correlation analysis, it was determined that 75% of the production of DM depends, in this case, of the FBN.

Referências

- Allen, O. N. e Allen, E. K. 1981. The Leguminosae: a source book of characteristics, uses, and nodulation. University of Wisconsin Press, Madison, WI, E.U. 812 p.
- Boddey, R. M., Sá, J. C. M., Alves, B. J. R. e Urquiaga, S. 1997. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biol. Biochem.* 29(5-6):787-799.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. En: Black, C. A. et al. (eds.). *Methods of soil analysis, Part. 2. Agronomy series no. 9.* ASA, Madison, Wisc. p. 1149-1178.
- Döbereiner, J. 1978. Potential for nitrogen fixation in tropical legumes and grasses. En: Döbereiner, J.; Burris, R. H. e

Hollaender, A. (eds.). Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. Plenum Press, Nueva York. p. 13-24.

- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-SNLCS). 1979. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. v. 1.
- Espindola, J. A.; Guerra, J. G.; Almeida, D. L.; Teixeira, M. G.; e Urquiaga, S. 1997. Avaliação de algumas leguminosas submetidas a fontes e doses de fósforo. En: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26. Rio de Janeiro, 1997. Anais...SBSCS. CD-rom.
- Franco, A. A.; Dias, L. E.; Faria, S. M.; Campello, E. F.; e Silva, E. M. 1995. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológico. En: Esteves, F. A. Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros. PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro. p. 459-467.
- Grof, B. 1985. *Arachis pintoi*, una leguminosa forrajera promissoria para los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales* 7(1):4-5.
- Kerridge, P. C. e Hardy, B. 1994. Biology and Agronomy of Forage *Arachis*. Publ. CIAT no. 245, Centro International de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 209 p.
- Krapovickas, A. e Gregory, W. C. 1994. Taxonomia del género *Arachis* (leguminosae) *Bonplandia* 8 (1-4):1-186.
- Miyazawa, M., Pavan, M. A.; e Bloch, M. de F. 1992. Análise química de tecido vegetal. Circular no. 74. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná. 17 p.
- Okito, A.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S.; e Boddey, R. M. 2004. Isotopic fractionation during N₂ fixation by four tropical legumes. *Soil Biol. Biochem.* 36:1179-1190.
- Perin, A.; Teixeira, M. G.; e Guerra, J. G. 2000. Desempenho de leguminosas com potencial para utilização como cobertura viva permanente de solo. *Agronomia* 34(1-2):38-43. 2000.

- Pizarro, E. A.; Valls, J. F.; Carvalho, M. A.; e Charchar, M. J. 1993. *Arachis* spp.: Introduction and evaluation of new accessions in seasonally flooded land in the Brazilian Cerrado. XVII INT. Grassl. Congr. Proceedings. Palmerston North, Nueva Zelanda.
- Rao, I. M. e Kerridge, P. C. 1994. Mineral nutrition of forage *Arachis*. En: Kerridge, P. C. e Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Publ. CIAT no. 245, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 71-83.
- Rao, I. M.; Borrero, V.; Ayarza, M. A.; e Garcia, R. 1993. Adaptation of tropical forage species to acid soils: The influence of varying P supply and soil type on P uptake and use. En: Barrow, N. J. (ed.). Plant nutrition -from genetic engineering to field practice. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Holanda. p. 345-348.
- Shearer, G. E e Kohl, D. 1986. H. Aust. J. Plant Physiol. 13, 699-756. 1986.
- Siqueira, J. O. e Franco, A. A. 1998. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC/ABEAS; Lavras, ESALQ/FAEPE. 235p.
- Stalker, H. T. 1992. Utilizing *Arachis* germplasm resources. En: Nigam, S. N. (ed.). Groundnut -A global perspective. Patancheru, ICRISAT. p. 281-295.
- Suárez-Vásquez, S.; Wood, M.; e Nortcliff, S. 1992. Crecimiento e fijación de nitrógeno por *Arachis pintoii* establecido com *Brachiaria decumbens*. Cenicafe 43(1992).
- Thomas, R. J. 1994. *Rhizobium* requirements, nitrogen fixation, and nutrient cycling in forage *Arachis*. En: Kerridge, P.C. and Hardy, B. (eds.). Biology and Agronomy of Forage *Arachis*. Publ. CIAT no. 245, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p.84-94.
- Thomas, R. J.; Lascano, C. E.; Sanz, J.; Ara, M.; Spain, J.; Vera, R.; e Fisher, M. J. 1992. The role of pastures in production systems. En: Pastures for the Tropical Lowlands. CIAT' contributions. Publ. CIAT no. 211. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 121-144.
- Thomas, R. J. 1994. *Rhizobium* requirements, nitrogen fixation, and nutrient cycling in forage *Arachis*. En: Kerridge, P. C. e Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Publ. CIAT no. 245, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 84-94.
- Valentim, J. F. 1997. Avaliação do potencial forrageiro de *Arachis* spp. nas condições ambientais do Acre. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora, MG. Anais... Juiz de Fora. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). Vol. 2:30-32.
- Valls, J. F. e Simpsom, C. E. 1994. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. En: Kerridge, P. C. e Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Publ. CIAT no. 245, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 1-18.

Producción de forraje de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoii* en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte amazónico colombiano*

J. E. Velásquez y J. Muñoz-Ramos**

Introducción

La producción ganadera en la Amazonía colombiana se basa casi exclusivamente en pasturas de gramíneas introducidas, principalmente del género *Brachiaria*, y naturalizadas del género *Paspalum*. *Brachiaria decumbens* es la principal especie introducida y se siembra generalmente en monocultivo, presentando producciones relativamente bajas de materia seca (MS) y con frecuencia es atacada por ‘salivita’ o ‘mión de los pastos’ (*Aenolamia zulia*, *A. varia*), lo que reduce la productividad animal.

Una alternativa para hacer frente al ataque de esta plaga es el cultivo de híbridos tolerantes como *Brachiaria* CIAT 36087 (FM9503-046-024) cv. Mulato II, que ha mostrado una alta producción de forraje comparado con *Brachiaria decumbens* CIAT 606 (2.7 t/ha vs. 1.7 t/ha de MS) en suelos limo arenosos en los Llanos Orientales de Colombia (Rao et al., 2003), con una fertilización baja de mantenimiento. En esta región el híbrido no solamente fue de rápido establecimiento, sino que después de 40 meses su habilidad para adquirir grandes cantidades de nutrientes,

particularmente Ca y Mg de suelos con baja fertilidad, se asoció con su mayor producción de biomasa (Rao et al., 2004).

En este estudio se evaluó la producción de biomasa y la cobertura del suelo de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II sola y asociada con *Arachis pintoii* en suelos ácidos arcillosos del Piedemonte amazónico colombiano y dos tipos de pendiente.

Materiales y métodos

Localización. El trabajo se realizó en el municipio de Florencia (Caquetá) en un bosque húmedo tropical, entre 250 y 400 m.s.n.m., con precipitación promedio anual de 3600 mm, 26°C de temperatura promedio y una humedad relativa de 80%. Los suelos son arcillosos, ácidos (pH = 4.6), bajos en fósforo (< 1.7 mg/kg) y con altos contenidos de aluminio (> 3.2 cmol/kg) y hierro (> 72.2 cmol/kg).

Se utilizaron suelos con fisiografía diferente, uno de ‘mesón’ pendiente localizado en la granja Balcanes de la Universidad de la Amazonia, que fue preparado con pala hasta una profundidad de 25 cm; y otro es una terraza plana localizado en la granja Santo Domingo de la misma Universidad, preparado mediante un pase de rastra y dos pases de arado cincel a 30 cm de profundidad. En cada sitio, el área experimental fue dividida en cuatro parcelas de 10 m x 20 m. Antes de la preparación del suelo se aplicaron a voleo 2500 kg/ha de cal dolomítica (25% Ca, 10% Mg) y 350 kg/ha de fosforita Huila (8.7% P, 30% Ca).

* Resultados parciales de un proyecto financiado por el gobierno de Holanda (Netherlands Cooperation: Activity CO- 010402) y por las entidades ejecutantes: CIPAV, Universidad de la Amazonia, CIAT, CATIE y la Universidad de Wageningen.

** Profesores Asociados Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Básicas, Florencia, Caquetá, Colombia. email: jaimevere@uniamazonia.edu.co email jamuram@uniamazonia.edu.co

Especies utilizadas. Para la siembra se utilizaron 4 kg/ha de semilla de *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 cv. Mulato II y material vegetativo de *Arachis pintoi* CIAT 17434, en surcos a 0.5 m de distancia. Al momento de la siembra se aplicaron en los surcos 50 kg/ha de fosfato diamónico (DAP) y 100 kg/ha de urea.

Variables evaluadas. Los cortes se hicieron cada 90 días para determinar la producción de materia seca (MS) de *Brachiaria* híbrido y la MS total (MST) compuesta por la gramínea principal, otras gramíneas, leguminosas y malezas, tomando cinco muestras por parcela con un marco de 1.0 m x 0.5 m. La gramínea se cosechó a 20 cm de altura y el resto de especies a ras de suelo. Para determinar el porcentaje de MS se tomaron submuestras de 200 g que se secaron en estufa a 70 °C por 72 h. Se estimó igualmente la cobertura, expresada en porcentaje y la composición botánica de cada parcela, las evaluaciones se hicieron durante dos años (2004 y 2005).

Manejo. Antes del comienzo de las mediciones se realizaron tres cortes de uniformización de las parcelas a 7, 9 y 12 meses después de la siembra. Después de los últimos de estos cortes se aplicaron 100 kg/ha de urea y 50 kg/ha de NPK (15-15-15). Después de cada corte de evaluación se uniformizaban las parcelas y el 30% de los residuos de biomasa resultante se esparcía uniformemente sobre la parcela respectiva.

Análisis de resultados. La producción promedio de MS total y de *Brachiaria* en los dos tipos de suelo se compararon mediante un análisis de varianza, de acuerdo con el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + B(S)_{ij} + T_k + S_i * T_k + e_{ijkl},$$

donde:

μ = media general

S_i = efecto del i -ésimo suelo

$B(S)_{ij}$ = efecto del j -ésimo bloque dentro del i -ésimo suelo

T_k = efecto del k -ésimo tratamiento

e_{ijkl} = error experimental.

Resultados y discusión

La recuperación de las especies fue muy diferente entre sitios por lo que la frecuencia

de los cortes fue variable entre 57 y 154 días de rebrote. El número total de cortes en las parcelas de mesón pendientes fue de ocho y en las de terraza fue de siete. Para comparar la producción de MS de las especies asociadas, se hizo una corrección a 90 días de rebrote, asumiendo que el crecimiento era lineal.

Producción de materia seca total. La MST en la pastura sola y en la asociada fue mayor ($P < 0.01$) en las parcelas de mesón pendiente que en las de terraza (3.58 vs. 2.46 t/ha) (Figura 1).

Por otra parte, la producción de MST en las parcelas del cv. Mulato II solo (2.56 t/ha) fue menor ($P < 0.05$) que en las asociadas (3.49 t/ha), tanto en mesón como en terraza (Figura 1).

Producción del híbrido *Brachiaria* cv. Mulato II.

El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) entre tipos de suelo en la producción de MS del cv. Mulato II (2.6 t/ha en mesón vs. 1.9 en terraza), pero no así por la inclusión de la leguminosa en la asociación (Figura 1).

Contrario a lo esperado, la mayor producción de MS total y del cv. Mulato II ocurrió en las parcelas de mesón pendiente. Este resultado, al igual que el menor número de cortes en el suelo de terraza se debió, posiblemente, al lento desarrollo de las plantas en este sitio. Suárez et al. (2006) en condiciones de suelos de terraza similares

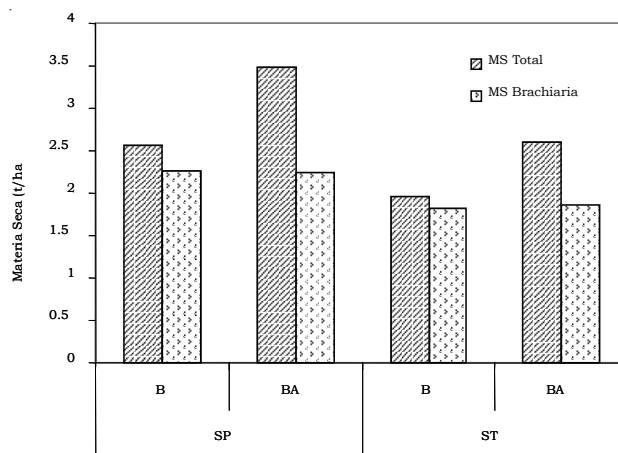


Figura 1. Producción de MS total en la pasturas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo (MS *Brachiaria*) y asociado con *Arachis pintoi* (MS total) en mesón pendiente (SP) y terraza plana (ST) del Caquetá, Colombia.

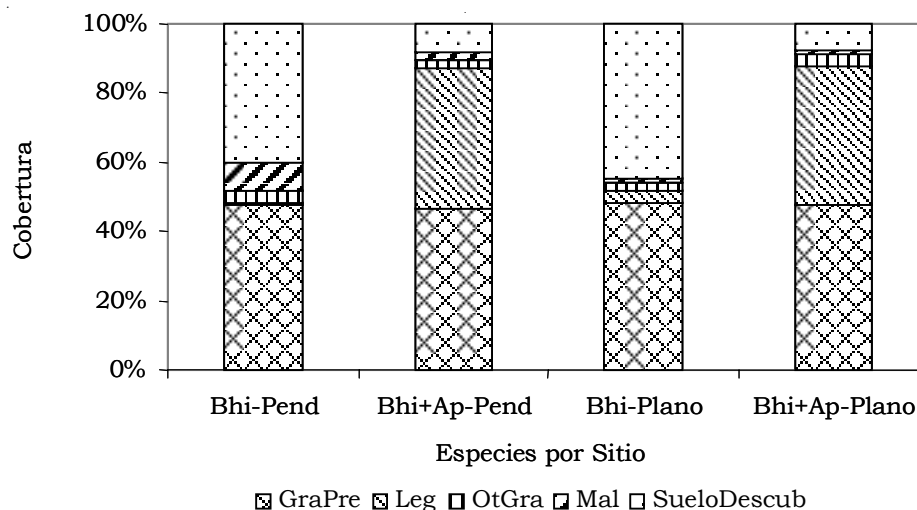


Figura 2. Composición botánica del *Brachiaria* híbrido cv Mulato II (Bhi) sembrado sólo o asociado con *Arachis pintoii* CIAT 17434 (Ap) en suelos de mesón pendiente (Pend) o terraza plana (Plano) en el piedemonte amazónico colombiano.

concluyeron que el lento desarrollo de las plantas es debido a estrés hídrico causado por una compactación superficial de los suelos, producto del mayor uso histórico de estos suelos que se manifiesta por una baja infiltración (< 2 mm/h) comparado con los suelos de pendiente (> 6 mm/h). En suelos de fertilidad media del Piedemonte amazónico de Colombia, Angulo y Collazos (1985) obtuvieron 2.9 t/ha con *B. decumbens* en época de máxima precipitación y 3.1 t/ha en mínima precipitación, en cortes cada 84 días; mientras que Gómez et al. (2000) obtuvieron 4.3 t/ha en cortes cada 42 días.

Composición botánica. En la Figura 2 se observa que la cobertura del cv. Mulato II fue constante (47%), independientemente del tipo de suelo o asociación. *Arachis pintoii* constituyó alrededor de 40 % de la cobertura en la asociación, en tanto que la presencia de otras gramíneas o malezas fue, en general, menor que 3% .

La similitud en la cobertura del cv. Mulato II se explica por la distancia de siembra empleada y por el hábito de crecimiento en macollas, el cual limita la colonización de otros espacios libres. Esto fue evidente en las parcelas con el cultivar solo donde el suelo descubierto alcanzó un promedio de 40% en el mesón pendiente y 45% en la terraza plana, mientras que en la asociación la leguminosa cubrió ese espacio libre. Los resultados de cobertura del cv. Mulato II en este estudio son

menores que 75% encontrado por Argel y Pérez (2003) en Costa Rica.

Conclusiones

Las producciones de MS de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II fueron más altas en suelos de mesón pendiente que en suelos de terraza plana, debido a las diferencias históricas de uso de los suelos que condujeron a una mayor compactación en este último y, por tanto, a un posible estrés de sequía en las especies sembradas. Estos resultados son preliminares en el Piedemonte amazónico y contribuyen al conocimiento del desempeño del nuevo híbrido de *Brachiaria* Mulato II como posible alternativa para la ganadería de la región.

Summary

In two sites, soil of sloping plateau and soil of flat terrace of the University of the Amazonia, Colombia; a study on the production of dry matter (DM) of *Brachiaria* hybrid 36087 cv. Mulato II alone and associated with *Arachis pintoii* CIAT 17434 was conducted. Four plots of 200 m² were used per site and treatment. The grass alone was planted in furrows at 0.5 m and in association with the legume, at 1 m of distance. *Arachis pintoii* was planted with vegetative material in the bottom of the furrow. The mean production of total DM (DMT, grass plus leguminous plants plus other

species) estimated by cut for 90-day sprouts in soils of sloping plateau, 3.6 t/ha, was bigger ($P < 0.01$) than in terrace soils (2.5 t/ha). The DMT in *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II alone (2.6 t/ha) was smaller than in association with pasture (3.5 t/ha) ($P < 0.05$). In soils of sloping plateau, the mean production of the hybrid *Brachiaria* (2.6 t/ha) was higher ($P < 0.05$) than in the flat terrace (1.9 t/ha). The covering of the grass was constant, around 47%, regardless of the treatments. The differences in production of DM between the soils were possibly due to the effect of the historical use (cultivation types and farm intensity) that have been subjected.

Agradecimientos

Los autores expresan los más sinceros agradecimientos al Gobierno de Holanda por la financiación; a la Dra. Maria Cristina Amézquita, Directora Principal del Proyecto Captura de Carbono; a la Universidad de la Amazonia por su apoyo y colaboración y a Juan Carlos Suárez por su colaboración en la recolección de la información.

Referencias

Angulo-Moreno, M. D. y Collazos-Garzón, G. 1985. Evaluación de ecotipos de gramíneas y leguminosas en piedemonte amazónico colombiano. Tesis de Zootecnia, Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Florencia, Caquetá, Colombia. 156 p.

Argel, P. J. y Pérez, G. 2003. Field evaluation of *Brachiaria* hybrids for drought tolerance in a subhumid environment of Costa Rica. En: Tropical Grasses and Legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use (Project IP5). Annual Report 2003. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 91- 93.

Gómez, M. M., Velásquez, J. E., Miles, J. W. y Rayo, F. T. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el piedemonte amazónico colombiano. Pasturas Tropicales 22(1):19-25.

Rao, I. M.; Miles, J. W.; Plazas, C.; Ricaurte, J.; y García, R. 2003. Identification of plant attributes in *Brachiaria* associated with persistence under low nutrient supply. En: Tropical Grasses and Legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use (Project IP5). Annual Report 2003. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p 78-81.

Rao, I. M.; Miles, J. W.; Plazas, C., Ricaurte, J.; y García, R. 2004. Genotype variation in dry season tolerance in *Brachiaria* in the Llanos of Colombia. En: Tropical Grasses and Legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use (Project IP5). Annual Report 2004. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 93-97.

Suárez, J. C.; Ramírez, B. L.; y Velásquez, R., J. E. 2006. Producción de biomasa y valor nutritivo de bancos mixtos de proteína establecidos con cinco especies forrajeras para corte y acarreo en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte amazónico colombiano. Pasturas Tropicales 28(2):57-62.

Efeito da adubação fosfatada na composição mineral do capim buffel (*Cenchrus Ciliaris* L.) isolado e consorciado com feijão guandu (*Cajanus Cajan* L.)¹

Batista Leite, R. M.*; Maria Eunice de Queiroz Vieira, M. E.**, Vital Santos, R.***, e Vieira da Rocha, E.º

Introdução

Um dos fatores mais limitantes na produção de boas pastagens tem sido a ausência ou aplicação inadequada de adubos. A nutrição mineral é importante para uma boa qualidade biológica do material, e desta depende a manutenção do metabolismo normal dos seres vivos. Além de influenciar o desenvolvimento da própria forrageira, a composição mineral tem efeito direto no desempenho do animal. A fertilidade do solo não intervém somente na quantidade da forragem, mas também na qualidade. No semi-árido nordestino o conteúdo mineral das pastagens é dependente da disponibilidade de nutrientes na solução do solo e da capacidade das plantas de absorvê-los, uma vez que os produtores da região não utilizam fertilizantes (Silva et al., 1987). A produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar sob condições de corte e pastejo. No entanto, a idade fisiológica em que as plantas são colhidas e as condições ambientais às quais estão submetidas afetam o seu crescimento e valor nutritivo, com conseqüências na digestibilidade e no consumo dos nutrientes (Ataíde Jr. et al., 2000).

Diversos trabalhos têm mostrado os efeitos isolados ou associados de diferentes nutrientes sobre a produtividade e a qualidade das plantas forrageiras, destacando-se a importância dos macro (principalmente o fósforo) e micronutrientes. De acordo com Muniz et al. (1985) a concentração mínima de um nutriente na planta é definida quando o crescimento máximo ou um percentual deste máximo é atingido, correspondendo, mais a uma estreita zona de transição do que a um ponto definido. Para Fonseca et al. (1992) o nível crítico de um nutriente, tanto na planta como no solo, refere-se a sua concentração abaixo da qual existe probabilidade de resposta da planta à adição do elemento no solo. A deficiência do fósforo no solo, além de comprometer o valor nutritivo da pastagem, tem efeito sobre o estabelecimento e desenvolvimento das forrageiras, comprometendo a capacidade de suporte das pastagens. Uma das principais funções do fósforo é a sua atuação no metabolismo das plantas, principalmente para a fase de reprodução (Gordet e Sousa, 1984). Sua deficiência reduz o potencial de respostas de outros nutrientes, além de limitar a capacidade produtiva dos vegetais (Soares Filho, 1994). O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da adubação fosfatada sobre a composição mineral da forragem capim buffel (*Cenchrus Ciliaris* L.) e Feijão Guandu (*Cajanus Cajan* L.) em cultivo isolado e em consorcio.

Material e métodos

Localização

O experimento foi conduzido em um solo arenoso (pH = 5.2, P = 6.9 mg/dm³ e 3, 1.5, 0.6, 0.2, 1.3 e 6.6. Cmolc/dm³ de Ca, Mg, K, Na, H + AL e CTC, respectivamente) no Núcleo de

¹ Parte da Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPB.

* Mestranda ao programa de Pós- Graduação em Zootecnia da UFPB.

** Profa. do Departamento de Zootecnia da UFRPE.

*** Prof. do Departamento de Engenharia Florestal da UFPB.

º Zootecnista autônoma.

Pesquisa do Trópico Semi-árido (Nupeárido), pertencente à Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Patos-PB, a 5 km do Campus Universitário. A pluviosidade é distribuída de forma irregular durante o ano, apresentando precipitação média de 680 mm, com temperatura variando de 31.4 °C a 35.5 °C, sendo delimitada pelas coordenadas geográficas 7° 1' de latitude sul e 37° 18' de longitude oeste e 300 m.s.n.m.

Tratamentos

Os tratamentos consistiram de quatro doses de fósforo (0, 50, 100, 150 kg/ha de P₂O₅), dois cultivos (capim buffel e consórcio buffel-guandu) e com três repetições, totalizando 24 parcelas distribuídas ao acaso. A fonte de P₂O₅ foi o superfosfato simples. Cada parcela apresentou a dimensão de 4 x 5 m, ou seja, uma área de 20 m², com área útil de 12 m². Dessa forma o experimento abrangeu uma área total de 480 m². Para balancear o enxofre aplicou-se o gesso. Tanto a fonte de fósforo quanto à de enxofre foram aplicadas dentro e ao lado dos sulcos respectivamente, espaçados 1 m nas parcelas. Das 24 parcelas, 12 foram cultivadas com capim buffel e doze em consórcio capim buffel com guandu.

O capim buffel foi semeado em sulcos misturado com esterco bovino em quantidades iguais para todos os tratamentos, considerando a densidade de semeadura 100 g/m². O plantio do feijão guandu foi em covas com espaçamento 0.5 m x 1 m, utilizando quatro sementes por cova. Quinze dias após a semeadura foi realizado o desbaste no feijão guandu, deixando-se duas plantas por cova.

Condução do experimento

Ao longo do experimento as parcelas foram mantidas úmidas, realizando-se capinas periodicamente, em um total de três. No final desse período realizou-se um corte de

uniformização tanto no capim buffel quanto no guandu. O capim buffel recebeu corte rente ao solo e o guandu a 10 cm do solo. Em seguida efetuou-se dois cortes visando quantificar a produção de matéria seca (MS), análise bromatológica da parte aérea das plantas. Esses foram efetuados quando o guandu apresentou 70 cm de altura, mesma altura quando realizou-se o corte de uniformização.

Variáveis avaliadas.

Tanto no primeiro quanto no segundo corte, as variáveis avaliadas foram a composição mineral da parte aérea das forragens. Os teores de nutrientes na parte aérea do capim buffel e do guandu foram determinados segundo metodologia descrita por Tedesco (1995).

Delineamento experimental

O delineamento foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 2 x 2 x 3), com quatro doses de fósforo, dois tipos de cultivos (capim buffel e capim buffel + guandu), duas épocas de corte e três repetições. Para o efeito do fósforo aplicou-se análise de regressão e para cultivos e época de cortes o teste de média (Tukey a 5%).

Resultados e discussão

Os teores de Ca da MS do capim buffel não variou entre os tratamentos (P > 0.05) com a adubação fosfatada, em ambos os cortes. Conforme o NRC (1996) a exigência de Ca para uma vaca leiteira de 500 kg de peso vivo é de 20 g/dia. A disponibilidade de Ca na MS do capim buffel (Tabela 1) foi de 0.20% da MS do volumoso, e conseqüentemente baseado no consumo de 12.5 kg de MS para vacas leiteiras, teríamos o consumo de 25 g /anim por dia de P, suficiente para atender a manutenção dos animais.

Ainda, conforme NRC (1996) a exigência de Ca para bovino de 300 kg de peso vivo com

Tabela 1. Conteúdo de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg), do capim buffel de acordo com o corte e adubação com fósforo aos 40 dias após corte de uniformização.

Nutriente (g/kg)	Corte 1					Corte 2				
	Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)					Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)				
	0	50	100	150	Média	0	50	100	150	Média
Ca	1.56	2.69	1.62	1.81	1.92 A*	1.82	1.87	1.79	1.46	1.73 A
P	0.67	0.80	0.54	1.10	0.78 A	0.72	0.57	0.44	0.73	0.62 A
K	2.59	2.31	2.19	2.25	2.33 A	2.28	2.19	2.20	2.12	2.20 A
Mg	3.62	4.85	4.32	4.57	4.34 B	6.11	5.43	8.37	5.77	6.42 A

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 2. Conteúdo de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg), do capim buffel consorciado com guandu de acordo com o corte e adubação com fósforo aos 40 dias após corte de uniformização.

Nutriente (g/kg)	Corte 1					Corte 2				
	Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)					Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)				
	0	50	100	150	Média	0	50	100	150	Média
Ca	1.88	3.04	2.25	2.64	2.45 A*	2.33	1.57	1.99	1.90	1.95 A
P	0.67	0.87	0.60	1.17	0.83 A	0.37	1.03	0.70	1.10	0.80 A
K	2.17	2.60	2.24	2.14	2.20 A	2.11	2.11	2.21	2.10	2.13 B
Mg	4.22	5.60	4.45	4.57	4.71 B	6.67	4.79	5.01	5.38	5.46 A

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

ganho de 0.5 kg/dia é de 0.12% de Ca na MS da dieta, o que leva a afirmar que tal exigência é atendida em todos os tratamentos. Jardim et al. (1962) em estudo sobre os teores de minerais em diversas forrageiras procedentes do Brasil Central, não detectou deficiência de Ca nas forrageiras daquela região, já que em todas os teores de Ca foram iguais ou superiores a 0.20% na matéria seca. Este estudo de Jardim et al. (1962) estão de acordo com os dados encontrados nesta pesquisa, bem como Tebaldi et al. (2000) encontraram teores de Ca superiores a 0.20% da MS da dieta.

Com relação ao capim buffel consorciado com a leguminosa guandu (Tabela 2) a participação média do Ca foi de 0.22% da MS, também superior ao requerimento dos animais. Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos em ambos os cortes.

Com relação à leguminosa guandu isolada (Tabela 3), a participação média de Ca foi de 0.75% na MS no corte 1, valor maior (P < 0.05) do que encontrado no corte 2. Houve efeito de corte sobre o teor de Ca. O valor 9.58% para o corte 1 e 6.93% para o corte 2, apresentando uma variação de 36.10%.

A adubação fosfatada influenciou (P < 0.05) o teor de Ca na forragem guandu,

apresentando nos três níveis de P₂O₅ (50, 100 e 150 kg/ha) 9.40, 8.75 e 8.74 de Ca, respectivamente. O teor de Ca (7.43%) foi menor (P < 0.05) quando a planta não recebeu adubação fosfatada no corte 1. Já no corte 2 o maior teor de Ca (P < 0.05) foi de 8.20% para o nível de adubação de 150 kg/ha de P₂O₅, diferindo estatisticamente do tratamento que não recebeu adubação e este apresentou 5.55% de Ca. Aproximadamente 99% do total do Ca do corpo dos animais é utilizado como componente estrutural dos ossos e dentes. O restante está envolvido nas funções vitais como coagulação do sangue, permeabilidade da membrana, excitabilidade neuro-muscular, secreção de certos hormônios e ativação enzimática. A deficiência de Ca resulta em enfraquecimentos que atuam na redução do desenvolvimento e produção de leite. A suplementação para animais em pastejo deve conter de 1.7 a 3.3 g/kg de Ca; os valores encontrados nesta pesquisa foram mais elevados. As forragens, segundo Spears (1995), apresentam altos teores de Ca, porém a disponibilidade pode ser baixa devida presença de oxalato de cálcio que é aparentemente no disponível para os animais.

O teor de fósforo (P) da MS do capim buffel (Tabela 1) não variou com a adubação

Tabela 3. Conteúdo de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg), do guandu de acordo com o corte e adubação com fósforo aos 40 dias após corte de uniformização.

Nutriente (g/kg)	Corte 1					Corte 2				
	Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)					Níveis de P ₂ O ₅ (kg/ha)				
	0	50	100	150	Média	0	50	100	150	Média
Ca	7.43	9.40	8.75	8.74	8.58 A*	5.55	6.03	7.93	8.20	6.93 B
P	1.03	1.07	1.20	1.03	1.08 A	0.77	1.00	0.77	1.01	0.89 A
K	1.96	2.00	1.98	2.00	1.98 A	1.94	1.93	1.93	1.93	1.93 B
Mg	4.56	5.33	4.31	3.88	4.52 B	6.78	5.36	5.29	4.83	5.56 A

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

fosfatada, em ambos os cortes. A disponibilidade média de P na MS do volumoso foi de 0.078%, equivalente ao consumo de apenas 9.75 g de P pelas vacas de leite, enquanto a necessidade para a manutenção é de 15 g/dia. Com relação ao P do capim buffel consorciado ao guandu (Tabela 2) não variou entre os tratamentos, tanto no corte 1 e 2. A disponibilidade média de P na MS do volumoso foi de 0.081%, equivalente ao consumo de 10.1 g de P pelos animais, insuficiente para atender o requerimento de manutenção. Com relação ao P da MS da leguminosa guandu (Tabela 3) não apresentou diferença significativa ($P > 0.05$) entre os níveis de P_2O_5 estudados, apresentando um teor de 0.098% na MS deste volumoso, equivalente ao consumo de 12.3 g/dia de P, insuficiente para atender a manutenção das vacas leiteiras. Nenhum dos tratamentos nas três situações dos volumosos apresentou P suficiente para atender a manutenção de vacas leiteiras. Conforme NRC (1988) a exigência de P para bovinos em crescimento e engorda varia de 0.12 a 0.30% na MS da dieta. A disponibilidade média de P nos tratamentos (níveis de P_2O_5) nas diferentes situações dos volumosos, ficou abaixo de 0.07% para o capim buffel isolado e consorciado e de 0.10% para a leguminosa guandu. Desta maneira, todas as forrageiras adubadas ou não, foram deficientes em P, não atendendo, nem a manutenção de vacas. Estes dados comprovam a maioria das informações encontradas em diversas pesquisas realizadas em todo o mundo. A deficiência de P foi descrita a primeira vez na África do Sul por Theiller et al. (1924), vem sendo a deficiência mineral mais encontrada. Alba e Davis (1957) relataram deficiência de P em animais em regime de pasto em vários países da América Latina, entre eles, Argentina, Chile, Paraguai, Peru, Uruguai e Novo México; e Giovanni (1943) nas regiões Norte, Central e Oeste de Minas Gerais. Na região Amazônica, Suttmoller et al. (1966) encontraram deficiência de P em solos e animais. Tebaldi et al. (2000) encontraram deficiências de P nas pastagens estudadas, não atendendo aos requerimentos dos animais.

Comparando-se os níveis de potássio (K) das forrageiras analisadas neste trabalho com as exigências deste mineral para bovinos, os resultados indicam que não contém K suficiente para atender as necessidades em todos os três tratamentos, cortes e situações dos volumosos usados. O nível de K estava de

0.22% da MS média das dietas (Tabelas 1, 2 e 3), inferiores aos recomendados do NRC (1996) de 0.60% na MS da dieta do gado de corte. Tebaldi et al (2000) encontraram 0.77% de K na MS na época seca. O K é essencial à vida, participando de uma variedade de funções do corpo incluindo balanço osmótico, equilíbrio ácido-base e vários sistemas enzimáticos e no balanço hídrico corporal (Conrad et al., 1985). As forrageiras normalmente contêm K suficiente para atender às necessidades nutricionais dos bovinos (Souza, citado por Souza et al. 1982). Entretanto, algumas informações indicam que forrageiras de inverno ou feno quando são expostos ao sol e a chuva podem apresentar teores de K abaixo do adequado para a nutrição dos bovinos (Conrad et al. 1985). As forrageiras utilizadas apresentaram teores de K inferior aos encontrados por diversos autores (Guimarães et al. 1980; Tokarnia et al., 1988; Tebaldi et al., 2000).

Os teores de magnésio (Mg) das forrageiras variaram no capim buffel isolado, no capim buffel consorciado com a leguminosa guandu e no guandu, bem como nos cortes 1 e 2 do capim buffel isolado (Tabelas 1, 2 e 3) o maior valor (5.56 g/kg) ($P > 0.05$) foi no corte 2 independente do nível de adubação (Tabela 3). No trabalho com capim buffel, no corte 1 (Tabela 1) verificou-se um conteúdo de 0.54% de Mg na MS, muito superior às exigências dos animais que está em torno de 0.05% na MS. Não houve diferença no conteúdo de Mg entre os níveis de adubação, o teor no corte 2 foi superior ao corte 1 com um percentual de 0.64%, não havendo diferença ($P > 0.05$) entre os níveis de P_2O_5 . Considerando as exigências do NRC (1996) para bovinos em crescimento e engorda (0.10%) e vacas de leite em gestação (0.12%) e em lactação (0.20%), os níveis encontrados em ambos os cortes atendem às exigências dos animais.

Os resultados obtidos (Tabelas 1, 2 e 3), evidenciam um nível de magnésio abundante nas forrageiras, em ambos os cortes. No capim buffel consorciado com o guandu (Tabela 3), no corte 1 o teor de Mg foi de 0.45% com base na MS da leguminosa, ligeiramente inferior ao encontrado no capim buffel isolado. No corte 2 verificou-se um percentual de 0.54% na MS da dieta, valor inferior ao encontrado no capim buffel isolado que foi de 0.64%. No guandu isolado verificou-se efeito dos cortes nos teores

de Mg. No corte 1 observó-se 0.45% de MG na MS e no corte 2, 0.69%. Estes dados são corroborados por Coelho da Silva (1995), Alba (1973), Conrad et al. (1985) e Tebaldi et al. (2000).

O magnésio (mg) tem papel importante na função neuro-muscular, desenvolvimento do esqueleto e ativação de um grande número de enzimas, envolvidas em quase todos os aspectos do metabolismo. Para o desenvolvimento dos ruminantes a dose requerida é de 1 g/kg. A suplementação de Mg aumentou o consumo de MS (Reid, 1994) e digestão da fibra em ruminantes alimentados com forragem contendo 1g/kg de Mg. Os valores dessa pesquisa foram superiores atendendo, portanto a categoria de animais em desenvolvimento como também as exigências em vacas em lactação, que segundo Spears (1995) é de 2% de Mg na dieta previne a tetania das gramíneas.

Conclusões

(1) Os teores de Ca e Mg das forrageiras foram elevadas atendendo os níveis recomendados para a nutrição de bovinos. (2) Os teores de K das forrageiras foram baixos, não atendendo os requerimentos dos animais, inclusive abaixo dos níveis encontrados por diversos pesquisadores, necessitando, portanto de suplementação dos animais ruminantes que fizerem uso destas forragens em estudo. (3) Os teores de P das forrageiras foram deficientes, não atendendo a manutenção dos bovinos, sendo necessário à suplementação.

Resumen

En el Núcleo de Pesquisa do Trópico Semi-árido de la Universidad Federal da Paraíba, localizado en el municipio de Patos-PB (7° 1' sur y 37° 18' oeste, 680 mm y 35 °C), Brasil. se evaluó el efecto de diferentes dosis de fósforo (P) en la composición bromatológica del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) solo y asociado con la leguminosa arbustiva guandul (*Cajanus cajan*). Los tratamientos consistieron en tres dosis de P₂O₅ (50, 100 y 150 kg/ha), dos formas de cultivo, dos épocas de corte y tres repeticiones en un factorial 4 x 2 x 2 x 3. Además, se aplicó azufre en forma de yeso sobre todas las parcelas. Ambas especies fueron establecidas por semillas y el guandul en surcos

distanciados 0.5 x 1 m. Los niveles de Ca y Mg de las plantas fueron altos y suficientes para llenar los requerimientos de animales en pastoreo, los de K fueron muy bajos y los de P fueron deficientes. En el sitio del ensayo, los resultados no mostraron respuesta significativa del pasto buffel solo o asociado con guandul a la aplicación de P.

Summary

In the Nucleus of Semi-arid Tropic Investigation of the Federal University of Paraíba, located in the municipality of Patos-PB (7° 1' South and 37° 18' West, 680 mm and 35°C), Brazil. The effect of different phosphorous (P) doses was evaluated in the bromine composition of the grass buffel (*Cenchrus ciliaris*) alone, and associated with the bushlike grass guandul (*Cajanus cajan*). The treatments consisted on three doses of P₂O₅ (50, 100 and 150 kg/ha), two cultivation forms, two cutting times and three repetitions in a 4 x 2 x 2 x 3 factorial. Also, sulfur was applied in form of plaster on all plots. Both species were planted using seeds, and guandul in furrows spaced 0.5 x 1 m. The levels of Ca and Mg of the plants were high and enough to fulfill the requirements of grazing animals, those of K were very low and those of P were insufficient. In the site of the trial, the results of the buffel grass alone or associated with guandul didn't show a significant response to the application of P.

Referências

- Alba, J. e Davis, G. K. 1957. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. Turrialba 7:16-33.
- Alba, J. 1973. Alimentación del ganado en América Latina. 2. ed. México: Talleres Gráficos del Editorial Fournier . 475 p.
- Ataíde Jr., J. R.; Pereira, O. G.; Garcia, R.; Valadares Filho, S. C.; Cecon, P. R.; e Freitas, E. V. 2000. Valor nutritivo do feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* sp.) em diferentes idades de rebrota, em ovinos. Rev. Brasil. Zoot. 29(6):2193-2199.
- Conrad, J. H.; McDowell, L. R.; Ellis, G. L. et al. 1985. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. Campo Grande, Centro Nacional de Pesquisa de Gdo de Corte (CNPgc). 91 p.

- Coelho Da Silva, J. F. 1995. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos. En: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes. Viçosa, MG. ZOD. 47 p.
- Fonseca, D. M.; Gomide, J. A.; Alvarez, V. H.; Neves, J. C.; Novais, R. F. ; e Barros, N. F. 1992. Absorção, utilização e níveis críticos de fósforo em *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hypparrhenia rufa*. Rev. Brasil. Zoot. 21(4):731-743.
- Giovani, N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. Arquivo Brasil. Med. Vet. 1:17-26.
- Gordet, W. e Sousa, D. M. 1984. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. En: Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira, Brasília, Anais... Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-DEP). p. 225-289.
- Guimarães, P. T.; Ferreira, J. G.; Carvalho, J. G. et al. 1980. Adubação e pastagens. En: Informe Agropecuário 6(70):34-52.
- Jardim, W. R.; Peixoto, A. M.; e Moraes, C. L. 1962. Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Bol. Téc. 11.
- Muniz, A. S.; Novais, R. F.; Barros, N. F.; e Neves, J. C. 1985. Nível crítico de fósforo na parte aérea da soja como variável do fator capacidade de fósforo no solo. Rev. Bras. Ciência Solo 9:237-243.
- NRC (National Research Council). 1988. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. Washington: National Academy Press. 93 p.
- _____. 1996. Nutrient requirements of swine. 9th. Washington: National Academy of Science. 242 p.
- Reid, R. L. Milestones in forage research. In: Forage Quality, Evaluation, and utilization. Ed-chefe George C. Fahey, Jr.; II *American Society of Agronomy*. 1994.
- Silva, C. M. de S.; Oliveira, M. C. de; e Albuquerque, S. G. de. 1987. Avaliação da produtividade de treze cultivares de capim buffel, na região semi-árida de Pernambuco. Pesqu. Agropec. Brasil. 22(5):513-520.
- Silva, D. J. 1990. Análises de alimentos. Viçosa, Imprensa Universitária. 166 p.
- Souza, J. C.; Conrad, J. H.; Mott, G. O. et al. 1982. Interrelação entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 4 – zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesqu. Agropec. Brasil. 17(1):11-20.
- Soares Filho, C. V. 1994. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. En: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 11. Anais... Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 25-48.
- Sutmöller, P.; Abreu, A. V.; Van Der Grift, J. et al. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon Valley. Comm. 53. Dept. Agric. Res. Royal Trop. Inst. 133 p.
- Spears, J. W. 1995. Minerals in forages. 1994. En: Forage quality, evaluation, and utilization. National Conference on forage quality, Evaluation and Utilization. George, C. Fahey, Jr. (ed.). University of Nebraska.
- Tebaldi, F. L.; Coelho da Silva, J. F.; Vasquez, H. M. et al. 2000. Composição mineral das pastagens das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro I. Cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio e enxofre.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bohnen, H.; e Volkweiss, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Bol. Téc. no. 5. 174 p.
- Tokarnia, C. H.; Döbereiner, J.; e Moraes, S. S. 1988. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. Pesqu. Vet. Bras. 8:1-16.
- Theiller, A.; Green, H. H.; e Dutoit, P. J. 1924. Phosphorus in the livestock industry. Union South Africa Dept. Agric. J. 8:460-504.

Composição bromatológica e degradabilidade in situ da matéria seca de plantas herbáceas do semi-árido brasileiro

A. de Moura Zanine*, E. M. Santos*, J. Silva de Oliveira*, D. de J. Ferreira**, G. G. Pinto de Carvalho***, O. Gomes Pereira^φ e P. R. Ceccon^ψ

Introdução

A caatinga, vegetação predominante na região semi-árida do Nordeste, ocupa uma área de aproximadamente 900,000 km², cerca de 10% do território nacional, constituindo-se na mais importante fonte de alimentação para os rebanhos desta região, chegando a participar em até 90% da dieta de caprinos e ovinos. Porém, devido à má distribuição das chuvas, geralmente concentradas em 3 a 4 meses do ano, os rebanhos tornam-se bastante vulneráveis à estacionalidade da produção de forragem, deixando os produtores locais sem muitas alternativas alimentares, e tornando a produção de alimentos um dos maiores desafios durante os meses de estiagem (Gonzaga Neto et al. 2001).

Esta região apresenta estações seca e chuvosa definidas ao longo do ano. No período das águas, a caatinga rebrota, surgindo o estrato herbáceo, que apresenta grande diversidade de plantas nativas e exóticas naturalizadas, a maioria com características forrageiras, as quais são aproveitadas pelos animais por meio do pastejo direto. No entanto, como este estrato surge de forma efêmera, os animais não conseguem consumi-lo totalmente, o que acaba gerando excedente

forrageiro (Silva et al., 2004). O aproveitamento deste excedente herbáceo pode ser uma alternativa viável para o fornecimento de alimentos de baixo custo no período de estiagem, todavia, pouco se sabe sobre o seu potencial como fonte de nutrientes para os ruminantes. Por isso, se faz necessário entender a respeito do seu valor nutricional e digestibilidade para que se possam estabelecer estratégias que promovam a sua conservação (feno ou silagem).

A aplicabilidade da técnica da degradabilidade in situ, bem como a análise bromatológica, pode ser uma importante ferramenta para avaliar as plantas herbáceas que realmente tem potencial nutricional. A degradabilidade da matéria seca (MS) é uma função do tempo, quando se usam fermentações in vivo ou in situ. Em sua maioria, estes dados adaptam-se a um modelo geral com três variáveis: 'a' é a matéria seca que é rapidamente degradada; 'b' é a matéria seca potencialmente degradável e 'c' é a taxa de degradabilidade da fração 'c' (Malafaia, 1997).

Objetivou-se avaliar a composição bromatológica e a cinética de degradação ruminal por meio da degradabilidade in situ potencial e efetiva da MS de leguminosas herbáceas do semi-árido baiano.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Centro de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET). Foram utilizados três bovinos machos, castrados, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 400 kg. Os animais receberam diariamente silagem de

* Bolsista de Doutorado do CNPq. Aluno do Programa de Pós-graduação em Zootecnia-UFV, Viçosa.

e-mail: anderson.zanine@ibest.com.br

** Graduanda em Zootecnia, UFRRJ, Km 07 da br 465, Seropédica RJ

***Bolsista de Mestrado da CAPES. Aluno do Programa de Pós-graduação em Zootecnia-UFV.

^φ Professor do Departamento de Zootecnia, UFV, Av. P. H. Rolfs s/n, Viçosa MG

^ψ Professor do Departamento de Informática, UFV, Av. P. H. Rolfs s/n, Viçosa MG

sorgo e concentrado a base de milho e farelo de soja. Foram utilizadas três plantas herbáceas do semi-árido baiano: caruru (*Amaranthus viridis*), malva (*Malva* sp.) e o mata-pasto (*Senna alata*) coletadas no município de Bom Jesus da Lapa, localizado no estado da Bahia, no nordeste brasileiro, latitude de 13° 15' 18" sul, longitude 43° 25' 05" oeste, período chuvoso é de outubro a fevereiro com precipitação média, nos últimos cinco anos, de 700 mm. Foram coletadas 10 amostras simples de cada espécie na mata nativa do município, que formaram uma amostra composta utilizada nas avaliações. As plantas foram coletadas em três localidades diferentes, manualmente, quando as mesmas se encontravam em vegetação plena (verão, janeiro). Os parâmetros avaliados foram matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HM), cinzas (CZ), matéria orgânica (MO) e a degradabilidade in situ da matéria seca (DISMS). O teor de MS foi determinado em estufa de 65 °C até o peso constante e, após levou-se a uma estufa a 105 °C para se obter o teor de MS definitiva. O valor de PB foi determinado pelo método de Kjeldahl. Os teores de FDN e FDA foram determinadas pelo método de Van Soest (1999), e as cinzas determinadas na mufla a temperatura de 550 °C, sendo a matéria orgânica extraída pela diferença.

A estimativa de degradabilidade ruminal da MS dessas plantas foi estimada por meio da técnica in situ do saco de náilon. Em cada um dos animais foram incubadas 3 g de amostras dessas espécies. Cada amostra foi colocada em saco de náilon e nos dias de incubação foram presos a uma corrente de ferro, suspensa em um fio de náilon de 60 cm de comprimento, à fistula ruminal. Os tempos de incubação foram 0, 6, 12, 18, 24, 48, 72 e 96 h. Após a remoção dos sacos do rúmen, estes foram lavados em água corrente e, posteriormente, foram submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C, por

72 h. As amostras do tempo zero também sofreram o mesmo processo de lavagem e secagem. Do que restou das amostras nos sacos, após a incubação ruminal, foi obtido o teor de MS em estufa de ventilação forçada a 105 °C por 72 h. A degradabilidade potencial (DP) da MS foi calculada por meio da equação descrita por Mehrez e Orskov (1977). As degradabilidades efetivas (DE) da MS foram estimadas para 2%/h, 5%/h, 8%/h de taxas de passagem de sólidos. A equação utilizada para estimar degradabilidade efetiva foi descrita por Orskov e McDonald (1979). Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios dos constituintes bromatológicos das plantas foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os parâmetros não lineares da fração solúvel ('a'), potencial de degradação ('b'), e taxa de degradação ('c') foram estimadas pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos utilizando-se o programa SAEG versões 8.0 (UFV, 1999).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 podem ser observados os valores da composição bromatológica das plantas estudadas. Com exceção da MS, que não apresentou diferenças, para todas as outras variáveis houve diferenças estatísticas ($P > 0.05$). As plantas estudadas perderam em média 75% de água, valor semelhante aos observados por Zanine et al. (2005) nas plantas pau rato (*Caesalpinia pyramidalis*) e vaqueta (*Aspidosperma cuspa* Kunth) pertencentes à caatinga baiana. Vasconcelos et al. (1997) encontraram valor de MS de 90% para a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) superior aos do presente trabalho.

Quanto ao teor de PB o caruru e o mata-pasto não apresentaram diferenças estatísticas, mas foram superiores à malva (13.46%). Resultado similar do teor de PB foi observado por Nozella, (2001) avaliando a

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), cinzas (CZ) e matéria orgânica (MO) de leguminosas arbustivas, Bahia, Brasil.

Leguminosa	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CZ	MO
Caruru	35.94 a	17.66 a	52.23 a	24.68 b	27.55 a	12.52 a	87.48 c
Mata pasto	30.61 a	17.78 a	23.55 c	16.73 c	6.82 c	10.17 b	89.83 b
Malva	43.09 a	13.46 b	47.53 b	28.93 a	18.60 b	6.65 c	93.34 a
CV(%)	16.20	4.30	2.59	5.15	9.80	3.41	1.34

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

malva, mela-bode (*Herissantia crispa* L.) e molegue-duro (*Cordia leucocephala* Moira). Cortes et al. (2004) avaliando sete acessos da leguminosa leucena (*Leucena leucocephala*), a mais utilizada como banco de proteína na região nordeste do Brasil, observaram um valor médio de PB de 19,1%, ficando próximo aos valores de PB do caruru e mata pasto (aproximadamente 18%). Isto sugere que leguminosas de ocorrência natural poderiam ser avaliadas como fontes de proteína para animais, em vez de uma outra exótica, como é o caso da leucena. Enquanto, Zanine et al. (2005) observaram que as plantas vaqueta e jurema preta tiveram PB de 13% e 14.5%, respectivamente, próximas à da malva. Esses mesmos autores observaram valores altos de PB (21%) para a espécie cipó-de-escada (*Bauhinia guianensis*), valores superiores ao caruru e mata pasto. Pode-se constatar que as plantas estudadas são bastantes promissoras devido ao elevado valor de PB.

Indubitavelmente, o mata pasto destacou-se, apresentando baixos valores de FDN, FDA e HEM, com valores de 23.5%, 16.7% e 6.82%, respectivamente. O caruru também se destacou pela baixa fibra, sendo observado menor valor que a malva. Zanine et al. (2005) observaram valores superiores de FDN, FDA e HM para as plantas cipó-de-escada e vaqueta, com valores de 64.5%, 43.2% e 21.3% para a primeira e 48.5%, 38.2% e 10.3% para a segunda, respectivamente. Mesmo comportamento foi verificado por Pereira Filho et al. (2003) avaliando a leguminosa jurema preta, em que observaram que essa forrageira apresentou valores de FDN e FDA de 44.5% e 29.5%, respectivamente. Batista et al. (1998) encontraram valores de FDN e FDA de 46.6% e 31.5%, respectivamente, para o cipó-de-escada, valores também abaixo do observado no presente experimento. Nozella, (2001) descreveu valores de FDN e FDA, para a malva, mela-bode e molegue-duro, na ordem de 51.3%, 48.5% e 53.8%. para o FDN e 35.8%, 34.7% e 42.8% para o FDA, respectivamente. Fica evidenciada a potencialidade das espécies avaliadas no presente experimento como uma alternativa local e natural para a alimentação dos animais ruminantes, podendo ser conservada, na forma de feno, silagem ou bancos de proteína.

Com relação ao material mineral ou cinzas, o menor valor foi observado para a malva (6.6%) e o maior valor para o caruru

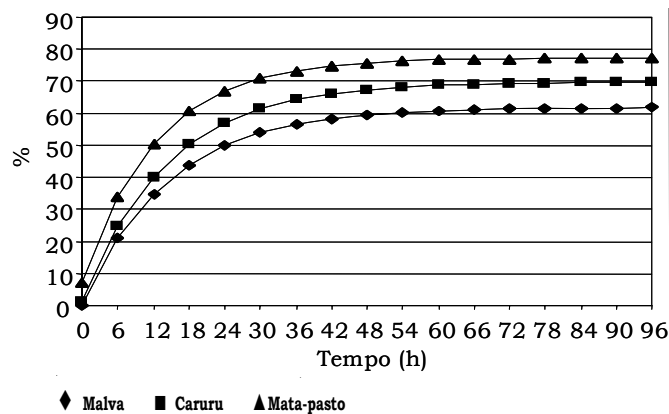
(12.5%). Para a matéria orgânica o maior valor (93.8%), foi observado para a malva, seguido do mata pasto (89.8%) e do caruru (87.5). Nozella, (2001) estudando a malva, mela-bode e molegue-duro, observaram valores de material mineral na ordem de 5.4%, 67.8% e 7.8%, respectivamente, sendo esses valores inferiores aos observados para a malva e o caruru.

Na Tabela 2 podem ser observadas as frações 'a', 'b' e a taxa de degradação da fração 'b' da MS das espécies herbáceas avaliadas. Observou-se que o mata-pasto foi, entre as plantas, a que conteve os maiores valores de fração rapidamente solúvel ('a'). Para as demais plantas a fração 'a', prontamente disponível para fermentação, foi muito abaixo do observado para o mata-pasto, sendo que a malva apresentou valor muito próximo de zero (0.003). De maneira diferente, a fração insolúvel, mas potencialmente degradável ('b') foi elevada para as três plantas estudadas, com valores acima de 60%, sendo o maior valor observado para o mata-pasto e o menor, para a malva. A malva apresentou a maior taxa de degradação ('c') da fração 'b' da MS. As diferenças nas respostas da degradabilidade potencial ao tempo de incubação podem ser observadas na Figura 1.

Mata-pasto, durante todo o período de incubação, apresentou maior digestibilidade ruminal quando comparada às outras plantas ($P < 0.01$). Este mesmo comportamento se repete na degradabilidade efetiva, em que o mata-pasto avaliado em três taxas de passagem (2%, 5% e 8%/h) foi superior aos demais, com, valores de 63.2%, 50.3% e 42.27%, respectivamente. Nas três taxas de passagem, o caruru, com degradabilidade efetiva da MS de 54.6%, 41.3% e 33.3% foi superior à malva, com degradabilidade efetiva da MS de 47.9%, 35.8% e 28.7%, para as taxas de passagem de 2%, 5% e 8%/h, respectivamente. Nozella (2001) verificou valor de degradabilidade efetiva da MS da

Tabela 2. Frações solúveis (a), potencialmente degradáveis (b) e taxa de degradação (c) de leguminosas arbustivas, Bahia, Brasil.

Plantas	a	b	c (%/h)	r ²
Malva	0.003	61.82	9.50	0.9840
Caruru	1.31	68.51	3.00	0.9930
Mata-pasto	6.90	70.00	8.00	0.9950



Malva: $y = 0.003 + 61.82.(1 - e^{0.069t})$

Caruru: $y = 1.31 + 68.51.(1 - e^{0.07t})$

Mata-pasto: $y = 7.17 + 70.00.(1 - e^{0.08t})$

Figura 1. Degradabilidade potencial da matéria seca das espécies herbáceas

malva de 54.6% em uma taxa de passagem de 2%/h, valor um pouco superior ao observado no presente trabalho. Esse mesmo autor observou que as espécies malva-branca (*Seda cordifolia* L.), mela bode e moleque duro apresentaram valores para a fração 'a' e 'b' 26.1%, 34.8% e 23.8% e 68.4%, 67.4% e 61.7%, respectivamente.

A degradabilidade *in situ* da MS das plantas herbáceas do semi-árido brasileiro assemelhou-se com a de algumas plantas amplamente utilizadas na alimentação animal em outros ecossistemas, tendo em vista que Malafaia et al. (1996) avaliando a degradabilidade da leguminosa soja perene (*Neonotonia wightii*), observaram valor da fração 'a' e 'c' de 44.9% e 6.8%, respectivamente. Já Rodriguez et al. (1996) avaliando a degradabilidade dos folíolos de leguminosas observaram que a leguminosa soja perene teve valores da fração 'a', 'b' e 'c' de 29.9%, 93.6% e 15.5%. Evangelista et al. (2002) avaliando a degradabilidade de 15 cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) observaram valores das frações 'a', 'b' e 'c' de 32.2%, 55.6% e 9.4%, respectivamente. Os valores da fração 'b' e 'c' estão próximos dos observados no presente experimento, com exceção da fração solúvel ('a') em que a alfafa apresentou maior valores. Este fato reforça o potencial destas espécies para alimentação animal, sem que seja necessária a introdução de espécies exóticas no ecossistema. No entanto, trabalhos avaliando o consumo destas plantas pelos

animais, bem como a possível presença de fatores antinutricionais devem ser conduzidos, com o objetivo de viabilizar a utilização destas de forma mais ampla.

Conclusão

As espécies do estrato herbáceo do semi-árido apresentaram altos teores de proteína bruta e baixos valores de fibra e são eficientemente digeridas no rúmen. Experimentos futuros podem ser feitos no sentido de estabelecer o melhor manejo e forma de conservar essas espécies, bem como a avaliação dos componentes antinutricionais.

Resumen

Se determinó la composición bromatológica y la degradabilidad *in situ* de la matéria seca de plantas herbáceas del semiárido Bahiano, estado de Bahia en Brasil. Las especies de leguminosa evaluadas fueron caruru (*Amaranthus viridis*), malva (*Mallow* sp.) y mata-pasto (*Senna alata*) colectadas en el municipio Bom Jesus da Lapa. El promedio de MS de las especies fue de 35%. Los contenidos de PC de caruru y mata-pasto no presentaron diferencias significativas, pero fueron superiores a la de malva. Mata-pasto presentó valores bajos de FDN (24%), FAD (17%) y hemicelulosa (6.8%), con alta digestibilidad *in situ*, en comparación con las otras leguminosas evaluadas. Los resultados muestran la posibilidad de uso de estas leguminosas en la nutrición de rumiantes de la región semiárido bahiano.

Summary

The bromine composition and the *in situ* degradability of the dry matter of herbaceous plants of the semi-arid Ballano, Bahia state (Brazil) was determined. The leguminous species evaluated were caruru (*Amaranthus viridis*), mallow (*Mallow* sp.) and bush-grass (*Senna alata*) collected in the municipality of Bom Jesus da Lapa. The average DM of the species was 35%. The PC contents of caruru and bush-grass didn't show important differences, but were superior to those of mallow. Bush-grass presented low values of FDN (24%), FAD (17%) and hemi-cellulose (6.8%), with high digestibility *in situ*, in

comparison with the other legumes evaluated. The results show the possibility of using these legumes in the nutrition of ruminants in the Bahian semi-arid region.

Referências

- Batista, J. S.; Arruda, F. A.; Carvalho, F. C.; Azevedo, A. R.; e Alves, A. A. 1998. Composição químico-bromatológica do feno de cipó de escada (*Bauhinia glabra*) em cinco períodos de corte. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Anais... Universidade Estadual Paulista. Botucatu. p. 669-671.
- Evangelista, A. R.; Sales, E. C.; Teixeira, J. C.; Rocha, G. P.; e Freitas, R. T. 2002. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). Lavras. Rev. Ciênc. agrotec. 26(6):1281-1288.
- Gonzaga Neto, S.; Batista, A. M.; Carvalho, F. F.; Martínez, L. R.; Barbosa, J. E. A.; Silva, E. O. 2001. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. Rev. Brasil. Zootec. 30(2):553-562.
- Malafaia, P. A. 1997. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas in situ, in vitro e de produção de gases. Tese Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 85 p.
- _____.; Valadares Filho, S. C.; Silva, J. F.; Pereira, J. C.; Vieira, R. A. 1996. Degradabilidade potencial de alguns volumosos estimada in situ e in vitro En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 33. Anais... Fortaleza. CD Rom.
- Mehrez, A. S. e Orskov, E. R. 1977. A study of artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. 88:645-650.
- Nozella, E. F. 2001. Determinação de tanino em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. Piracicaba/SP. Dissertação Mestrado em Agronomia, Universidade de São Paulo. 58 p.
- Orskov, E. R. e McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92(1):499-503.
- Pereira Filho, J. M.; Vieira, E. L.; Silva, A. M.; Cezar, M. F.; e Amorim, F. U. 2003. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild). Rev. Brasil. Zootec. 32:70-76.
- Possenti, R. A. e Valarini, M. J. 2002. Degradabilidade ruminal *in situ* de leguminosas forrageiras tropicais. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 39. Anais... Recife-PE. CD Rom.
- Rodriguez, N. M.; Veloso, C. M.; Mourão, G. B.; Bernardino, M. L.; e Gonçalves, L.C. 1996. Degradabilidade ruminal da proteína de folíolos de leucena, guandu e soja perene e de folhas de rami e mandioca. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 33. Anais... Fortaleza. CD Rom.
- Silva, M. M.; Guim, A.; Pimenta Filho, C. Dornellas, G. V.; Sousa, M. F.; e Figueiredo, M. V. 2004. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da Caatinga nordestina. Rev. Brasil. Zootec. 33(1):87-96.
- UFV (Universidade Federal de Viçosa). 1999. S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa: MG (Versão 8.1). 138 p.
- Van Soest, P. J. 1999. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª Ed. Cornell University Press, 476 p.
- Vasconcelos, V. R.; Resende, K. T.; e Pimentel, J. C. 1997. Caracterização química de forrageiras do semi-árido brasileiro e suas correlações com alguns parâmetros de degradação. En: XXXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34. Anais... Juiz de Fora. p. 58-59.
- Zanine, A. M.; Santos, E. M.; Ferreira, D. J.; Almeida, J. C.; Macedo Jr., G.L.; e Oliveira, J. S. 2005. Composição bromatológica de leguminosas do semi-árido brasileiro. Livest. Res. Rural Develop. 17, article 87.

Avalia o do modelo Stockpol em sistemas de produ o animal tropicais *

H. R. de Medeiros **, C. G. S. Pedreira  , e A. C. L. de Mello  

Introdu o

Nos sistemas agropecuários o meio-ambiente o solo, os animais e as plantas são componentes indissociáveis no processo de produ o. Além disso, nestes sistemas o tempo de produ o   relativamente longo e dificilmente pode ser alterado ou interrompido sem perda de produtividade do mesmo. Essas características especiais tornam o processo de tomada de decisão nos sistemas de produ o agropecuários permeado de risco (probabilidade da ocorrência de um evento) e incerteza (impossibilidade de estimar a probabilidade de ocorrência de um evento) (Dias, 1996). Por esse motivo o produtor rural necessita de ferramentas de apoio ao processo de tomada de decisão que permitam minimizar ou trazer a patamares aceitáveis o grau de risco assumido em cada decisão tomada (Dias, 1996; Barioni et al., 2002). Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas no processo de tomada de decisão estão os modelos de simula o. Estes, são uma abstra o (representa o) simplificada do sistema, procuram estimar as respostas e/ou explicar o mecanismo de funcionamento de um sistema, face às alternativas de curso de a o simuladas pelo usuário (Fialho, 1999; Dourado Neto et al., 1998).

Além disto, a utiliza o de modelos permite descrever e compreender alguns dos processos que ocorrem dentro do sistema e as

interac es entre seus componentes (Belloti, 2000; Barret e Nearing, 1998). Vista sob esta  tica, a utiliza o dos modelos pode ajudar a identificar propriedades emergentes, a quantificar os processos que ocorrem no interior dos sistemas e identificar áreas carentes de informa o e/ou pesquisa (Cezar, 1982; Fialho, 1999). Todavia, embora possam se constituir numa importante ferramenta para o trabalho de pesquisadores e produtores rurais no Brasil, os modelos de simula o têm sido pouco utilizados (Assis et al., 1999). Dentre as razões para isso estão a carência de informa es e a organiza o dos dados referentes aos sistemas de produ o brasileiros, que dificulta o desenvolvimento e avalia o dos modelos existentes (Tatizana, 1995; Cezar, 1982).

O modelo Stockpol[®] foi desenvolvido para auxiliar o planejamento de fazendas de ovinocultura e bovinocultura de corte na Nova Zelândia (McCall e Tither, 1993; Stockpol, 1996). O Stockpol simula uma fazenda de pecuária de corte, possibilitando ao usuário, estimar o efeito das estratégias (cenários) de produ o ao longo de um ano agrícola sobre o desempenho dos animais, da pastagem e a repercussão dessas estratégias sobre rentabilidade da fazenda (Marshall et al., 1991; McCall e Tither, 1993; Webby et al., 1995). Por estes motivos, o modelo Stockpol constitui-se numa ferramenta de apoio   tomada de decisão, auxiliando os manejadores a identificar oportunidades de crescimento para a empresa agrícola e a elaborar um programa ou estratégia de manejo do pasto e dos animais na fazenda (McCall e Tither, 1993).

Embora não se conheçam até o momento quais são as perspectivas de viabiliza o do uso do modelo Stockpol em condi es tropicais,   possível que a adapta o desse modelo às condi es brasileiras possa

* Projeto Finaciado pela Funda o de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP

** Médico Veterinário, DSc., Piracicaba, SP - Brasil.
Email: hrdemedeiros@yahoo.com.br

  Professor Associado, PhD., Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP Brasil.

  Professor Adjunto, DSc. Departamento de Zootecnia CECA/UFAL, Rio Largo, AL–Brasil.

trazer benefícios ao setor pecuário. Essa ferramenta computacional pode ajudar a identificar áreas onde há carência de informações e/ou auxiliar o planejamento das empresas agrícolas. Por estes motivos, os objetivos deste trabalho foram testar a representatividade do modelo Stockpol e identificar problemas apresentados pelo programa quando executado com dados obtidos nos sistemas de produção utilizados na pecuária de corte no Brasil.

Material e métodos

O modelo Stockpol® opera de duas formas: o modo de equilíbrio e o específico. O modo de equilíbrio é indicado quando se objetiva simular o efeito da estratégia de manejo do rebanho durante um ano agrícola inteiro (12 meses) e o específico, para períodos inferiores a este (Stockpol, 1996).

O modelo é composto de cinco modelos: a pastagem, o animal, uma planilha de fluxo de caixa, um banco de dados com valores monetários e as constantes (zootécnicas e financeiras) para a pecuária de corte na Nova Zelândia. As equações e os parâmetros dos modelos não podem ser modificados de acordo com as necessidades dos usuários do programa. O usuário pode, entretanto, modificar os dados de entrada e com isso realizar diferentes simulações, cujos resultados podem ser impressos ou lidos na tela do computador (Marshall et al., 1991; Stockpol, 1996).

No modelo da pastagem os dados de entrada são: a taxa média de acúmulo de forragem (kg MS, kg/h por dia) para cada mês do ano, as áreas cultivadas com pastagens e as visando produção de grãos, de feno ou silagem para os animais e a quantidade de fertilização nitrogenada (kg/ha) utilizada nestas culturas. Os dados referentes à taxa média de acúmulo de forragem para as condições da Nova Zelândia podem ser acessados no banco de dados do programa, que disponibiliza informações sobre a produtividade média e valor nutritivo de espécies forrageiras em todas as regiões desse país (Stockpol, 1996). O modelo Stockpol estabelece que a pastagem é subdividida em três frações: folhas, colmos e material morto. A proporção entre essas frações é calculada mês a mês, para todo o período simulado, em função da taxa média de acúmulo de forragem, da massa de forragem presente na pastagem e

da época do ano. Essa subdivisão permite ao software estimar o valor nutritivo da forragem, calculada em kg de energia metabólica por hectare, e a persistência da pastagem ao longo dos anos.

No modelo animal o usuário informa a espécie utilizada (ovinos e/ou bovinos), a quantidade de animais, o sexo, o peso médio inicial (kg/animal) e o desempenho (kg/animal por dia) estimado para cada um dos lotes que vão compor o rebanho. Além disto, o usuário deve informar os períodos, com os respectivos preços, de compra e venda dos de animais.

O modelo Stockpol® estima o comportamento físico da fazenda através da equação:

$$MF\Delta t = MF \Delta t-1 - C \Delta t + TAC \Delta t \quad (1),$$

onde, $MF\Delta t$ e $MF\Delta t-1$ são respectivamente a massa de forragem presente na pastagem ao final do período de tempo Δt e do período imediatamente anterior $\Delta t-1$. $C\Delta t$ é o consumo de forragem pelos animais e $TAC \Delta t$ é a taxa de acúmulo da forragem no período Δt (Webby et al., 1995). Assim, o modelo estima se a massa, o valor nutritivo e a taxa de acúmulo de forragem são suficientes para atender as necessidades de consumo de energia metabolizável dos animais durante o período simulado (Webby et al., 1995; Stockpol, 1996). Caso a massa e/ou a qualidade da forragem seja insuficiente para atender as necessidades do rebanho, o usuário pode alterar qualquer um dos dados de entrada e novamente rodar o programa e verificar, utilizando os relatórios de saída, se há equilíbrio entre a oferta e demanda de nutrientes, bem como se é possível ou não atingir os objetivos (metas) desejados. Além disso, esse tipo de análise permite ao usuário do modelo estimar a massa residual de folhas pós-pastejo e com isso traçar uma estratégia de manejo que permita manter o sistema em equilíbrio, evitando com isso a degradação do pasto.

Além do modelo físico, o modelo Stockpol elabora uma planilha de fluxo de caixa, na qual são estimados as receitas, as despesas, o lucro operacional e a margem bruta de cada alternativa de produção simulada. A análise dessa planilha permite, além da estimativa do desempenho econômico

da atividade, a comparação desta em face de outros cenários simulados (McCall e Tither, 1993).

O usuário pode alterar, de acordo com as suas necessidades, as constantes zootécnicas e financeiras existentes no programa. Essa alternativa ganha importância quando se analisam alternativas utilizando o modo específico do programa. Esse tipo de decisão envolve maior risco, uma vez que é tomada em função de uma condição específica e que pode mudar rapidamente no curto prazo.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e para identificar publicações com informações suficientes que pudessem ser utilizados nos exercícios de validação do Stockpol. As informações disponibilizadas nos artigos selecionados foram catalogadas em três bancos de dados: (A) pastagens, (B) bovinos e (C) indicadores de preços e insumos utilizados em pecuária de corte no Brasil.

Dentre os trabalhos catalogados nos bancos de dados de pastagens e de desempenho animal, o trabalho de Carnevalli (1999) foi escolhido para se fazer a validação do programa Stockpol. Isto se deveu ao fato desse trabalho disponibilizar todas as informações necessárias (inputs) para os dados de entrada do Stockpol e ter sido conduzido por um período superior a seis meses. Os resultados estimados pelo modelo foram comparados aos medidos por Carnevalli (1999). Este foi escolhido para se fazer a validação do modelo por disponibilizar todas as informações necessárias ('inputs') aos dados de entrada do Stockpol e ter sido conduzido por um período superior a seis meses. O trabalho de Carnevalli (1999) foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ em Piracicaba, SP. Essa autora trabalhou no período de agosto de 1998 a março de 1999, com pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Florakirk, *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 e *Cynodon* spp. cv. Coastcross. Os pastos foram manejados sob lotação contínua com ovinos e os tratamentos foram quatro alturas constantes (5, 10, 15 e 20 cm). A massa de forragem (MF) de *Cynodon* spp. foi estimada multiplicando-se densidade 'bulk' (altura comprimida) medida por Carnevalli (1999) pela altura média da pastagem em cada parcela (5, 10, 15 e 20 cm). Após isto, os valores de MF calculados foram multiplicados pela proporção de colmos, folha e material morto medidos por

Carnevalli (1999), para as quatro alturas médias estudadas. Esse procedimento tornou possível estimar, para cada mês entre setembro de 1998 e fevereiro de 1999, a massa de: forragem (MF), de folhas (MFO), de colmos (MCO) e de material morto (MMM) nas pastagens.

Foi realizada uma simulação de setembro-98 a março-99 para se avaliar os modelos da pastagem e do animal do Stockpol. Em ambas avaliações os dados de entrada utilizados (taxa média de acúmulo de forragem, taxa de lotação da pastagem, composição do rebanho e o peso médio dos animais por categoria) foram os medidos por Carnevalli (1999).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o procedimento Proc GLM do pacote estatístico SAS® (SAS Institute, 1988). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com nível de significância de 0.05, pelo teste de Tukey. Para isto, utilizaram-se os valores estimados pelo Stockpol e os medidos por Carnevalli (1999) para cada uma das gramíneas avaliadas (composta da média das quatro alturas) durante o período de agosto-98 a março-99, e os meses do ano foram considerados repetições. Deste modo foi possível obter-se uma amostra com 32 valores, composta por quatro tratamentos (três valores medidos e um estimado pelo Stockpol) com oito repetições.

Resultados e discussão

A criação dos bancos de dados permitiu a identificação de problemas como a falta de uniformidade de procedimentos metodológicos para estimar a massa e o cálculo da taxa média de acúmulo de forragem. Vários autores, para estimar a massa de forragem (MF), realizam o corte da amostra ao nível do solo ou a uma altura pré-determinada no estudo (uniformização) e calculam a taxa de acúmulo como a diferença de massa de forragem entre o dia do corte de uniformização e o corte de coleta de amostra. Esse procedimento resulta em erro no cálculo do acúmulo e da taxa média de acúmulo de forragem, pois a forragem residual, que fica após o corte de uniformização, não é quantificada. Dessa forma, a taxa média de acúmulo é superestimada primeiros dias de crescimento,

embora erro seja diluído com o aumento no período de avaliação. Isso é explicado pelo fato de que as plantas têm uma curva de crescimento do tipo sigmóide. Assim, as plantas mantidas numa altura baixa e repentinamente liberadas para crescer apresentam maior taxa de acúmulo que aquelas mantidas numa altura maior (Fagundes, 1999). A determinação correta da taxa média diária de acúmulo de forragem e a massa de forragem existente no prépastejo (para sistemas de lotação intermitente) ou massa média da forragem (para sistemas de lotação contínua) são os fatores que vão permitir a quantificação da MF existente na fazenda e a elaboração do orçamento forrageiro (Holmes, 1996). Essa medida, a MF, dividida pela quantidade de unidades de peso vivo animal na área permite o cálculo da oferta de forragem (OF) (FGTC, 1992).

A quantificação correta da OF é uma dos parâmetros que podem ser utilizados para comparar sistemas de produção animal em pastagens (Hodgson, 1990). Isto se deve ao fato de que nesses sistemas o consumo voluntário e, conseqüentemente, o desempenho de animais é o resultado da interação entre a estrutura da pastagem (oferta e arranjo espacial da forragem), o valor nutritivo da forragem, dos requerimentos nutricionais e eficiência de conversão do animal e do clima (Hodgson, 1990; SCAR, 1986; McCall, 1984; Berchielli et al., 2001; Gomide et al., 2001). A OF é uma medida instantânea que relaciona a massa de forragem e a massa de animais presente na pastagem num dado ponto tempo (Sollenberger, 2005). Por esse motivo, nos sistemas de produção animal em pastagens a OF é o único fator que influencia o consumo que pode ser controlado durante a execução dos experimentos de pastejo, alterando-se a área e/ou a taxa de lotação da pastagem (Hodgson, 1990).

Mais de 50% dos experimentos catalogados nos bancos de dados de forrageiras foram resultantes de avaliações com plantas em crescimento livre, nos quais os efeitos das medidas (colheitas) repetidas no tempo e do animal sobre a planta não eram avaliados. Esse procedimento (deixar as plantas em crescimento livre) é importante para se determinar o potencial de produção das plantas e a qualidade da forragem, especialmente se o objetivo for produção de suplementos para a entressafra de forragem. Todavia, no

ecossistema das pastagens onde os animais estão presentes durante todo o ano, há a necessidade também de se avaliar os efeitos da estacionalidade da produção e o valor nutritivo das plantas em pastejo. Esta necessidade é decorrente das respostas fisiológicas à desfolha que resultam em alterações na morfogênese das plantas (e.g. densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho) a fim de resistir e/ou escapar do pastejo (Sbrissia e Silva, 2001). Essas informações também são necessárias para que se possa traçar estratégias de manejo adequar a OF ao consumo voluntário dos animais (evitando o super ou subpastejo), aumentar a eficiência do pastejo, otimizar a receita (lucro) e manter a integridade do sistema de produção (Maraschim, 2000; Carvalho et al., 2001).

Esses problemas metodológicos causaram a redução do número de referências disponíveis na literatura que puderam ser utilizados para comparar os resultados estimados pelo modelo Stockpol com os medidos em experimentos conduzidos no Brasil. Além disso, corroboram a afirmação de Tatizana (1995) e Cezar (1982) acerca da necessidade de pesquisa (especialmente relacionados à produção e ao valor nutritivo da forragem e do crescimento dos animais) e organização das informações geradas. O Stockpol superestimou a massa de folhas e subestimou a massa de colmos e material morto na forragem (Tabela 1). Isso pode ser explicado pelo fato de todas as equações e parâmetros utilizados no modelo terem sido desenvolvidos para gramíneas de clima temperado (C3) (Stockpol, 1996). Nestas espécies (C3) o crescimento vegetativo das plantas é composto principalmente de folhas e uma baixa proporção de colmos. Por sua vez, nas gramíneas tropicais (C4) a participação da fração colmo é significativa tanto no estágio vegetativo como no reprodutivo, podendo representar até 50% do crescimento da planta (Pinto, 2000). Este problema, (superestimar a massa de folhas na forragem), leva o programa a calcular erradamente a oferta de forragem (OF) (FGTC, 1992) e a OF potencial para os animais (McCall, 1984). Estes atributos do relvado, massa e proporção de folhas verdes presente na forragem, são correlacionados positivamente com o consumo voluntário de ruminantes, nos sistemas de produção em pastagens (Sollenberger, 2005). Assim, o

Tabela 1. Massa estimada de folhas (MF) de hastes (MH) e de material morto (MM) em pastagens no período agosto 1998 maio 1999 estimada pelo modelo Stockpol e utilizando os dados medidos por Carnevalli (1999) para *Cynodon dactylon* cv. Florakirk, *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 e *Cynodon* spp. cv. Coastcross.

Pastagem	MF (kg/ha)	MH (kg/ha)	MM (kg/ha)
Stockpol	2045 a*	487 a	974 a
Coastcross	677 b	1452 b	1373 b
Tifton85	775 b	2199 b	1762 b
Florakirk	844 b	1812 b	1748 b

* Valores com letras diferentes na vertical são estatisticamente diferentes ($P < 0.05$) Cada coluna é resultado da média de oito valores estimados para o modelo Stockpol e cvs. do *Cynodon*.

programa superestima o valor alimentar (valor nutritivo x consumo) da forragem. Isto se deve ao fato dos tecidos foliares constituírem a porção de melhor valor nutricional da planta e serem preferencialmente selecionados (em relação às frações colmo e material morto) pelos animais durante o pastejo (Stobbs, 1975; Thornley et al., 1994; Woodward, 1997).

Outra diferença entre gramíneas C3 e C4 está relacionada com o potencial de produção de matéria seca e a eficiência de utilização de nitrogênio. As gramíneas C4, quando cultivadas em condições ótimas de clima, fertilidade de solo e pluviosidade apresentam maior produção de MS, maior eficiência de utilização de nitrogênio (N) e menor valor nutritivo que as C3. Por esse motivo, o algoritmo do programa subestima a taxa média de acúmulo de forragem e a eficiência de utilização de N das gramíneas tropicais, quando cultivadas em condições ótimas de fertilidade do solo, clima e pluviosidade.

Na análise de sensibilidade realizada com o modelo da pastagem do Stockpol, testou-se os limites de taxa média de acúmulo líquido de forragem e eficiência de utilização de N do programa. Nesse exercício, verificou-se que a máxima taxa de acúmulo de forragem e eficiência de utilização do N, respectivamente 200 kg/ha de MS por dia e 30 kg de MS produzido para cada kg de N fornecido são inferiores aos valores obtidos em gramíneas tropicais. Essas plantas podem atingir taxas de acúmulo maiores que os limites dos programa, conforme reportado por Braga (2001), que determinou taxas de acúmulo de MS de forragem de até 350 kg/h por dia e eficiências médias de 90.6 kg MS para cada kg de N

fornecido, para capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) cortado a cada 28 dias e adubado com 0, 250 e 500 kg/ha de N por ano, em Pirassununga-SP.

Além disso, o modelo estabelece que se não há entrada de dados de taxa de acúmulo num determinado mês, ela é zero, e estima o valor nutritivo e a quantidade de forragem presente na pastagem. Deste modo, o 'excesso' de forragem acumulada e não colhida (ingerida) pelos animais se converte em material senescente e/ou morto (Stockpol, 1996). Assim, o modelo Stockpol superestima as perdas de forragem e a reciclagem de nutrientes do sistema.

As inadequações do modelo para estimar a massa e o valor nutritivo da forragem tornaram inconsistente a correspondência entre os valores estimados pelo Stockpol e os observados por Carnevalli (1999). Na análise de sensibilidade do modelo identificou-se a impossibilidade de se alterar o ano agrícola, que no modelo sempre começa no dia primeiro de julho e termina dia 30 de junho no ano seguinte. Essa rotina torna impossível a tarefa de realizar uma simulação onde se compra animais em junho para vendê-los, por exemplo, em novembro de um mesmo ano. Para esses casos, a simulação só é possível quando se permite que os animais mudem de categoria, e permaneçam na fazenda durante mais de um ano agrícola. Esses fatos seriam justificados na Nova Zelândia onde o manejo do rebanho procura utilizar ao máximo a estação de crescimento da pastagem e esta ocorre no mesmo período em todo o país (Barioni et al., 1999). Entretanto, não é adequado às condições brasileiras, onde as estações de crescimento podem ocorrer de acordo com a região em meses diferentes daquele país (Nova Zelândia) e o manejo do rebanho freqüentemente não é estacional.

Outra limitação é que o modelo Stockpol não trabalha com animais de raças zebuínas (*Bos indicus*) e ovinos deslanados, utilizadas no Brasil. Estes tem comportamento ingestivo e reprodutivo diferente das raças europeias (Freer et al, 1995; SCAR, 1990). Por esse motivo o modelo necessitará de novos parâmetros para a correta estimativa de consumo voluntário de bovinos zebus e ovinos deslanados. Além disso, o modelo não permite que se componha o rebanho ovino, somente

com animais machos. Essa restrição, foi outro fator que impediu a avaliação adequada do modelo animal utilizando-se os valores medidos por Carnevalli (1999). O programa disponibiliza custos de produção de insumos e de animais para as condições neozelandesas que podem ser substituídas por dados brasileiros, sem alterar a rotina do programa.

Apesar das limitações encontradas, o modelo Stockpol necessita de poucos recursos computacionais para ser utilizado, possibilitado ao usuário operá-lo com computadores 'antigos', diminuindo assim o custo de aquisição de máquinas novas e/ou caras. Uma outra virtude do modelo é que ele permite a divisão da fazenda em áreas, que podem ser destinadas, por exemplo, à produção de feno, silagem, grãos ou pastejo diferido, durante alguns meses ou o ano inteiro. Isso possibilita ao tomador de decisão realizar exercícios de simulação testando a viabilidade de produzir ou comprar forragem, e suplementos volumosos ou concentrados.

Além disso, a utilização do modelo nas simulações com dados de pecuária de corte no Brasil permitiu identificar áreas carentes de pesquisa —estacionalidade de produção forrageira e medir o consumo de animais em pastagem— e a necessidade de se padronizar os procedimentos metodológicos. Isso é necessário para que se possa comparar e integrar os resultados obtidos nas pesquisas e construir uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão utilizada por pesquisadores, consultores e produtores rurais. Assim, vários dos conceitos e estruturas utilizados no Stockpol podem servir como guia para o desenvolvimento de outros modelos de simulação mais adequados para os sistemas de produção animal em pastagens no Brasil. Com isso, pode-se economizar recursos no desenvolvimento de modelos e ferramentas para auxílio ao processo de tomada de decisão em sistemas de produção de ruminantes no Brasil.

Conclusão

O modelo Stockpol poderá vir a ser uma ferramenta de auxílio à pesquisa e ao processo de tomada de decisão nas fazendas de pecuária de corte do Brasil se forem realizados ajustes

nos parâmetros e/ou a inclusão de novas variáveis no modelo utilizado pelo programa.

Resumen

El modelo matemático Stockpol® es útil para predecir los resultados en varios sistemas de producción basados en el uso de pasturas con rumiantes en Nueva Zelanda. Se plantea que la adaptación de este modelo también puede ser de utilidad para medir la productividad y la rentabilidad de las pasturas en la ganadería de Brasil. Se encontró que el modelo sobreestima la producción de hojas y subestima de la tallo y materia muerta, así como el crecimiento diario y la acumulación de nitrógeno cuando se utiliz con pasturas de *Cynodon dactylon* en Brasil. No obstante, es una gran ayuda en la identificación de áreas de investigación en las cuales aún hace falta el desarrollo de bases de datos sobre crecimiento estacional de los forrajes y sistemas de evaluación estándar.

Summary

The mathematical model Stockpol® is useful to predict the results in several production systems based on pastures with ruminants, in New Zealand. It is formulated that this model's adaptation could be useful to measure the productivity and the profitability of the pastures in the cattle raising of Brazil. It was found that the model overestimates the production of leaves, and underestimates that of the stem and the dead matter, as well as the daily growth and the nitrogen accumulation when it is used with pastures of *Cynodon dactylon* in Brazil. Nevertheless, it is a great aid tool for the identification of investigation areas in which it is still necessary the development of databases on seasonal growth of forages and systems of standard evaluation.

Referências

- Assis, A. G.; Barbosa, P. F.; e Silva Junior., A G. 1999. Modelagem de sistemas para a tomada de decisões na pecuária leiteira. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., Porto Alegre, RS. Anais. Porto Alegre: SBZ, .p. 297-304
- Barioni, L. G.; Veloso, R. F.; Martha Jr., G. B. 2002. Modelos de tomada de decisão para produtores de ovinos e bovinos de corte.

- En: Everling, D. M.; Quadros, F. L. de; Viégas, J.; Sanches, L. M. B.; Gonçalves, M. B.; Lovatto, P. A. e Rorato, P. R. (eds.) Modelos para a tomada de decisões na produção de bovinos e ovinos, Santa Maria, 2002. Anais. Santa Maria. UFSM. p. 05-60.
- Barioni, L.G.; Dake, C.; e Parker, W.J. 1999. Optimizing rotational grazing in sheep management systems. *Environ. Intern.* 25:819-825.
- Barret, J. R. e Nearing, M. A. 1998. Humanization of decision support using information from simulations. En: Peart, R.M. e Curry, R. B. (eds.). *Modeling Agricultural Systems*, Marcel Dekker, Gainesville, Florida. p. 1-18.
- Belloti, W. D. 2001. The role of forages in sustainable cropping systems of Southern Australia. En: *International Grassland Congress, 19, Piracicaba, 2001. Proceedings.* Piracicaba. FEALQ. p. 729-735.
- Berchielli, T. T.; Soares, J. P.; Aroeira, L. J.; Furlan, C. L.; Salman, A. K.; Silveira, R. N. de; e Malheiros, E. B. 2001. Estimativa da ingestão voluntária a partir das características de degradação do capim Coastcross (*Cynodon dactylon* L. Pers.), sob pastejo, por vacas em lactação. *Rev. Bras. Zootec.* 30(4):1332-1339.
- Braga, G. J. 2001. Resposta do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) a doses de nitrogênio e intervalos de corte. Dissertação Mestrado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 121 p.
- Carnevalli, R. A. 1999. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de *Cynodon* spp. submetidos a regimes de desfolha sob lotação contínua. Piracicaba. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 90 p.
- Carvalho, P. C.; Ribeiro Filho, H. M.; Poli, C. H.; Moraes, A.; Delagar de, R. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. En: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38., Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba, FEALQ. p 853-871.
- Cezar, I. M. 1982. Modelo bioeconômico de produção de bovinos de corte. I. Descrição do modelo. *Pesqu. Agropec. Brasil.* 17(6):941-949,
- Dias, C. T. dos S. 1996. Planejamento de uma Fazenda em condições de risco: Programação linear e simulação multidimensional. Piracicaba. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 100 p.
- Dourado Neto, D.; Teruel, D. A.; Reichardt, K; Nielsen, D. R.; Frizzone, J. A.; e Bacchi, O. O. S. 1998. Principles of crop modeling and simulation. II. The implications of the objective in model development. *Scientia Agricola* 55:51-57.
- Fagundes, J. L. 1999. Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 69 p.
- Fialho, F. B. 1999. Sistemas de apoio à decisão na produção de suínos e aves. En: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 36, Porto Alegre, 1999. Anais. Porto Alegre, SBZ. p. 307-317.
- FGTC (The Forage and Grassland Terminology Committee). 1992. Terminology for grazing lands and grazing animals. *J. Prod. Agric.* 5:191-201
- Freer, M.; Moore, A. D.; Donnelly, J. R. 1997. Grazplan: Decision support systems for australian grazing enterprises. II. The animal biology model for feed intake, production and reproduction and the grazes feed > *Agric. Syst.* 54(1): 77-126.
- Gomide, J. A.; Wendling, I. J.; Brás, S. P.; e Quadros, H.B. 2001. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Rev. Bras. Zootec.* 30(4):1194-1199.

- Hodgson, J. 1990. Grazing management: Science in to practice. Nueva York, Longman Hand. Agric. 230 p.
- Holmes, C. W. 1996. Produção de leite a baixo custo em pastagem: análise do sistema neozelandês. En: Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro. 2. Piracicaba, 1995. Conceitos modernos de exploração leiteira. Anais. Piracicaba, FEALQ. p. 69-96.
- Maraschin, G. E. 2000. Relembrando o passando, entendendo o presente e planejando o futuro: Uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, Viçosa, 2000. Anais. Viçosa, SBZ. p 113-179.
- Marshall, P. R.; McCall, D. G.; e Johns, K. L. 1991. Stockpol: a decision support model for livestock farms. Proc. New Zeal. Grassl. Assoc. 53(137-140).
- McCall, D. G. 1984. A systems approach to research planning for north island hill country. . Palmerston North, Thesis PhD. Massey University. 261 p.
- McCall, D. G. e Tither, P. M. 1993. Use of the Stockpol: Computer decision-support model program in commercial consultancy. Proc. New Zeal. Grassl. Assoc. 55(207-208). 1993.
- Pinto, L. F. de M. 2000. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo. Piracicaba, Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 124 p.
- SAS Institute, SAS User's guide: Release 6.03 ed. Cary, 1988. 1028 p.
- Sbrissia, A. F. e Silva, S. C da. 2001. Ecossistema de pastagens e a produção animal. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba, FEALQ. p. 731-754.
- SCAR (Standing Committee on Agriculture Ruminants). 2005. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. Australia, CSIRO. 266 p.
- Sollenberger, L. E.; Moore, J. E.; Allen, V. G.; Pedreira, C. G. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. Crop Sci. 45:896-900.
- Sttobs, T. H. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Trop. Grassl. 9(2):141-149.
- Stockpol. 1996. User manual. Hamilton, Nova Zelândia. AgResearch (Ed.). 145 p.
- Tatizana, S. A. 1995. Um modelo conceitual de simulação da produção de gado de corte. Dissertação Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo. 95 p. .
- Thornley, J. H.; Parsons, A. J.; Newman, J.; e Penning, P. D. 1994. A cost-benefit model of grazing intake and diet selection in a two-species temperate grassland sward. Functional Ecol. 8:5-16.
- Woodward, S. J. R. 1997. Formulae for predicting animal's daily intake of pasture and grazing time from bite weight and composition. Livest. Prod. Sci. 52:1-10.
- Webby, R. W.; McCall, D. G.; e Blanchard, V. J. 1995. An evaluation of the Stockpol™ model. New Zeal. Soc. Anim. Prod. 55:145-149.

Desempenho agronômico de leguminosas forrageiras em solos de baixa fertilidade

N. de L. Costa**, C. R. Townsend**, R. G. de A. Pereira**, e J. A. Magalhães***

Introdução

Em Rondônia, o nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes ao estabelecimento e manutenção das pastagens cultivadas em solos de terra firme, os quais apresentam alta acidez, baixa capacidade de troca catiônica e elevados teores de alumínio. Essas limitações podem ser superadas pelo uso de calcário e fertilizantes, no entanto, os altos custos desses insumos na região justificam a busca por alternativas técnica, ecológica e economicamente mais viáveis. Desse modo, espécies de leguminosas tolerantes à acidez e a baixos níveis de nutrientes disponíveis no solo podem ser de grande utilidade em sistemas agrícolas, considerando-se o seu potencial de fixação de nitrogênio atmosférico através da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

A identificação de leguminosas forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas regionais e que apresentem produtividade e valor nutritivo compatíveis com as exigências dos animais, representa a primeira etapa para a implantação de uma pecuária com índices zootécnicos satisfatórios. A introdução contínua de germoplasma forrageiro tem contribuído de forma positiva e significativa para o sucesso dos programas de melhoramento, formação e/ou recuperação de pastagens e, conseqüentemente, para uma alimentação mais econômica e racional dos rebanhos (Dias Filho e Serrão, 1982; Costa et al. 1991).

Neste trabalho avaliou-se o desempenho agronômico de leguminosas forrageiras, visando selecionar as mais promissoras para a formação de pastagens melhoradas nas condições ecológicas de Porto Velho, Rondônia.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido no campo experimental do Embrapa Rondônia, localizado no município de Porto Velho (96 m.s.n.m., 8° 46' de latitude sul e 63° 5' de longitude oeste) durante o período de outubro de 1997 a setembro de 1998. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura argilosa, fase floresta, o qual foi apresentava as seguintes características químicas: pH (1:2.5) = 4.9; Al = 2.3 cmol/dm³; Ca + Mg = 1.3 cmol/dm³; P = 2 mg/kg e K = 66 mg/kg.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliadas dez genótipos de leguminosas forrageiras, pertencentes aos gêneros *Stylosanthes* (4), *Pueraria* (1) e *Centrosema* (5). As parcelas mediam 2.5 x 5 m, sendo a área útil de 3 m². O plantio foi realizado em linhas espaçadas de 0.5 m². A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 50 kg de P₂O₅/ha, sob a forma de superfosfato triplo.

As avaliações para a determinação dos rendimentos de matéria seca (MS) foram realizadas, após a uniformização das parcelas, em intervalos de 8 e 12 semanas de crescimento, durante dois períodos chuvosos (844 mm) e secos (121 mm). Os cortes foram realizados a uma altura de 10 cm acima do solo nas espécies decumbentes e a 20 cm nas cespitosas. Os parâmetros avaliados foram rendimento de MS, teores de proteína bruta (PB), fósforo e cálcio.

* Eng. Agr. MSC. Embrapa Amapá.
ewton@cpafac.embrapa.br

** Zotec. MSC. Embrapa Rondônia.
claudio@cpafro.embrapa.br
ricardo@cpafro.embrapa.br

***Med. Vet. Zotec. Embrapa Meio-Norte
avelar@cpamn.embrapa.br

Resultados e discussão

Estabelecimento

Doze semanas após a semeadura, as espécies que se destacaram com as maiores percentagens de cobertura do solo (90% a 100%) e menores infestações de plantas daninhas (0% a 10%) foram *Centrosema acutifolium* CIAT-5277, *C. acutifolium* CIAT-5234 e *Pueraria phaseoloides*. As maiores alturas de plantas foram observadas em *Stylosanthes guianensis* CIAT-64-A (30 cm), *S. guianensis* CIAT-136 (28 cm) e *S. humilis* CIAT-1304 (24 cm). Com relação ao aspecto fitossanitário, as espécies de *Stylosanthes* não apresentaram quaisquer problemas. Já, as espécies de *Centrosema* foram atacadas por *Diabrotica speciosa*, enquanto que em *C. brasilianum* CIAT-5247 detectou-se a ocorrência do fungo *Rhizoctonia solani* (queima-das-folhas) com índice de danos de 20%.

Rendimento e composição química da forragem

Durante o período chuvoso os maiores rendimentos de MS foram obtidos com *C. acutifolium* CIAT-5277 (4.1 t/ha), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (3.8 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5234 (3.7 t/ha) e *S. guianensis* CIAT-64-A (3.5 t/ha), os quais não diferiram entre si ($P > 0.05$) e superaram em 31%, 23%, 18% e 13%, respectivamente, os rendimentos de forragem fornecidos por *P. phaseoloides*, leguminosa considerada como testemunha, face ao seu cultivo generalizado na região amazônica. Já, no período de seco, as leguminosas mais produtivas foram *C. macrocarpum* CIAT-5062 (2,1 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5277 (1.9 t/ha) e *S. guianensis* CIAT-64-A (1.9 t/ha). Com relação ao

rendimento total de MS acumulado durante o período experimental (12 meses), *C. acutifolium* CIAT-5277 (6 t/ha), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (5.9 t/ha) e *S. guianensis* CIAT-64-A (5.4 t/ha) forneceram os maiores valores, enquanto que *S. humilis* CIAT-1304 (2.7 t/ha), *C. pubescens* CIAT-438 (3.1 t/ha) e *C. brasilianum* CIAT-5247 (3.2 t/ha) proporcionaram os menores rendimentos de forragem, evidenciando pouca adaptação às condições ecológicas de Porto Velho (Tabela 1). O desempenho agrônômico das leguminosas mais promissoras, em termos de produção de forragem, foi bastante satisfatório, sendo superior aos relatados por Costa et al. (1995), Dias Filho et al. (1991) e Passoni et al. (1992), avaliando diversas leguminosas forrageiras tropicais em condições ecológicas semelhantes.

Todas as leguminosas avaliadas apresentaram crescimento estacional, sendo esta característica mais acentuada em *C. acutifolium* CIAT-5234, *P. phaseoloides* e *S. humilis* CIAT-1304. Já, *C. macrocarpum* CIAT-5062, *S. guianensis* CIAT-64-A, *C. acutifolium* CIAT-5277 e *C. brasilianum* CIAT-5247 foram as espécies com melhor distribuição estacional da produção de forragem.

O maior teor de PB foi de *S. guianensis* CIAT-64-A (18%) o qual não diferiu ($P > 0.05$) do observado com *S. guianensis* CIAT-136 (18%). Para os teores de fósforo, os maiores valores foram obtidos por *S. guianensis* CIAT-136 (0.22%) e *C. macrocarpum* CIAT-5062 (0.19%). Com relação ao cálcio, *S. guianensis* CIAT-136 (0.7%), *C. acutifolium* CIAT-5234 (0.7%), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (0.7%) e *P. phaseoloides* (0.6%) proporcionaram as maiores concentrações

Tabela 1. Rendimento de matéria seca e teores de proteína bruta (PB), cálcio e fósforo de leguminosas forrageiras, durante os períodos de chuvoso e seco. Porto Velho, RO.

Leguminosas	Matéria seca (t/ha)			PB	Cálcio (%)	Fósforo
	Períodos		Total			
	Chuvoso ^a	Seco ^b				
<i>P. phaseoloides</i>	3.14 b*	1.10 cde	4.24 cd	16.1 cd	0.186 bc	0.65 ab
<i>C. pubescens</i> CIAT-438	2.24 c	0.86 de	3.10 ef	14.4 ef	0.165 cd	0.44 e
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5277	4.11 a	1.95 a	6.06 a	16.5 bc	0.170 bcd	0.61 bc
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5234	3.71 ab	1.23 cd	4.94 bc	15.9 cd	0.173 bcd	0.69 a
<i>C. brasilianum</i> CIAT-5247	2.18 c	1.04 cde	3.22 ef	14.8 def	0.155 d	0.48 e
<i>C. macrocarpum</i> CIAT-5062	3.87 a	2.08 a	5.95 a	15.7 cde	0.194 ab	0.68 ab
<i>S. guianensis</i> CIAT-136	3.29 b	1.44 bc	4.73 bc	18.1 ab	0.217 a	0.72 a
<i>S. hamata</i> CIAT-147	2.37 c	1.16 cde	3.81 de	13.9 f	0.168 cd	0.57 cd
<i>S. humilis</i> CIAT-1304	1.98 c	0.75 e	2.73 f	14.2 ef	0.153 d	0.50 de
<i>S. guianensis</i> CIAT-64-A	3.55 ab	1.87 a	5.42 ab	18.7 a	0.175 bcd	0.62 bc

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ($P < 0.05$) pelo teste Tukey

a = Médias de seis cortes. b = Médias de dois cortes

(Tabela 1). Os teores de PB e cálcio observados em todas as leguminosas avaliadas foram satisfatórios, sendo suficientes para atender às exigências requeridas por bovinos de corte em crescimento e vacas em lactação (três a quatro meses após o parto), em regime de pastejo, os quais segundo o National Research Council (NRC, 1976, 1978) seriam de 8.5 a 11% e 9.2 a 12% de PB e 0.18 a 0.30% e 0.25 a 0.29% de cálcio, respectivamente. Para os teores de fósforo, apenas os obtidos com *S. guianensis* CIAT-136, *C. macrocarpum* CIAT-5062 e *P. phaseoloides* foram superiores aos requerimentos mínimos para bovinos de corte ou leite, o qual de acordo com o National Research Council (NRC, 1978) seria de 0.18% na matéria seca.

Conclusões

Os resultados obtidos evidenciam um desempenho agrônomo diferenciado entre os genótipos avaliados. As leguminosas forrageiras mais promissoras para a formação e/ou renovação de pastagens nas condições edafoclimáticas de Porto Velho, considerando-se os rendimentos, a qualidade e a distribuição estacional de forragem, são *C. acutifolium* CIAT-5277 e CIAT-5234, *C. macrocarpum* CIAT-5062 e *S. guianensis* CIAT-136 e CIAT-64-A.

Resumen

En un Latosol Amarelo, arcilloso (pH (1:2.5) = 4.9, Al = 2.3 cmol/dm³, Ca + Mg = 1.3 cmol/dm³; P = 2 mg/kg y K = 66 mg/kg) en Porto Velho, Rondônia, Brasil, se evaluaron la calidad y producción de MS de genotipos de *Stylosanthes* (4), *Pueraria* (1) e *Centrosema* (5). Las parcelas experimentales median 2.5 x 5 m en un diseño de bloques al azar y tres repeticiones. A la siembra se aplicaron 50 kg /ha de P₂O₅ en forma de superfosfato triple. Las evaluaciones se hicieron entre 8 y 12 semanas de crecimiento, en períodos secos y lluviosas. En el período de lluvias los mayores rendimientos de MS se obtuvieron con *C. acutifolium* CIAT-5277 (4.1 t/ha), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (3.8 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5234 (3.7 t/ha) e *Stylosanthes guianensis* CIAT-64-A (3.5 t/ha). Mientras que en el período seco, las leguminosas de mayor producción de MS fueron *C. macrocarpum* CIAT-5062 (2.1 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5277 (1.9 t/ha) e *S. guianensis* CIAT-64-A (1.87 t/ha). Los mayores contenidos de PB se encontraron en *S.*

guianensis CIAT-64-A y 136 (18%). Teniendo en cuenta la producción de MS y la calidad del forraje, las leguminosas de mejor comportamiento en la zona fueron *C. acutifolium* CIAT-5277 y CIAT-5234, *C. macrocarpum* CIAT-5062, y *S. guianensis* CIAT-136 e CIAT-64-A.

Summary

The agronomic performance of ten forage legumes were assessed in a cutting trial carried out at Porto Velho, Rondônia. During the rainy season, the higher dry matter yields were obtained with *C. acutifolium* CIAT-5277 (4.11 t/ha), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (3.87 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5234 (3.71 t/ha) and *S. guianensis* CIAT-64-A (3.55 t/ha). During the dry season, the more productive legumes were *C. macrocarpum* CIAT-5062 (2.08 t/ha), *C. acutifolium* CIAT-5277 (1.95 t/ha) and *S. guianensis* CIAT-64-A (1.87 t/ha). The highest crude protein contents were obtained with *S. guianensis* CIAT-64-A (18.7%) and *S. guianensis* CIAT-136 (18.1%), while the highest phosphorus contents were provided by *S. guianensis* CIAT-136 (0.217%) and *C. macrocarpum* CIAT-5062 (0.194%). In relation to calcium contents, the legumes *S. guianensis* CIAT-136 (0.72%), *C. acutifolium* CIAT-5234 (0.69%), *C. macrocarpum* CIAT-5062 (0.68%) and *P. phaseoloides* (0.65%) provided the higher values. In order to obtain greater forage yields with better quality, the legumes more promising were *C. acutifolium* CIAT-5277 e CIAT-5234, *C. macrocarpum* CIAT-5062 and *S. guianensis* CIAT-136 e CIAT-64-A.

Referências

- Costa, N. de L.; Gonçalves, C. A.; e Rocha, C. M. da. 1991. Avaliação agrônomo de leguminosas forrageiras nos cerrados de Rondônia, Brasil. Pasturas Tropicales 13(1)36-40.
- Costa, N. de L.; Oliveira, J. R. da C.; e Magalhães, J. A. 1995. Produção e composição química de leguminosas forrageiras em Rondônia. Lavoura Arrozeira 48(422)18-20.
- Dias Filho, M. B. e Serrão, E. A. S. 1982. Introdução e avaliação de leguminosas forrageiras na região de Paragominas, Pará. Belém. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). Circular técnica no. 29. 18 p.