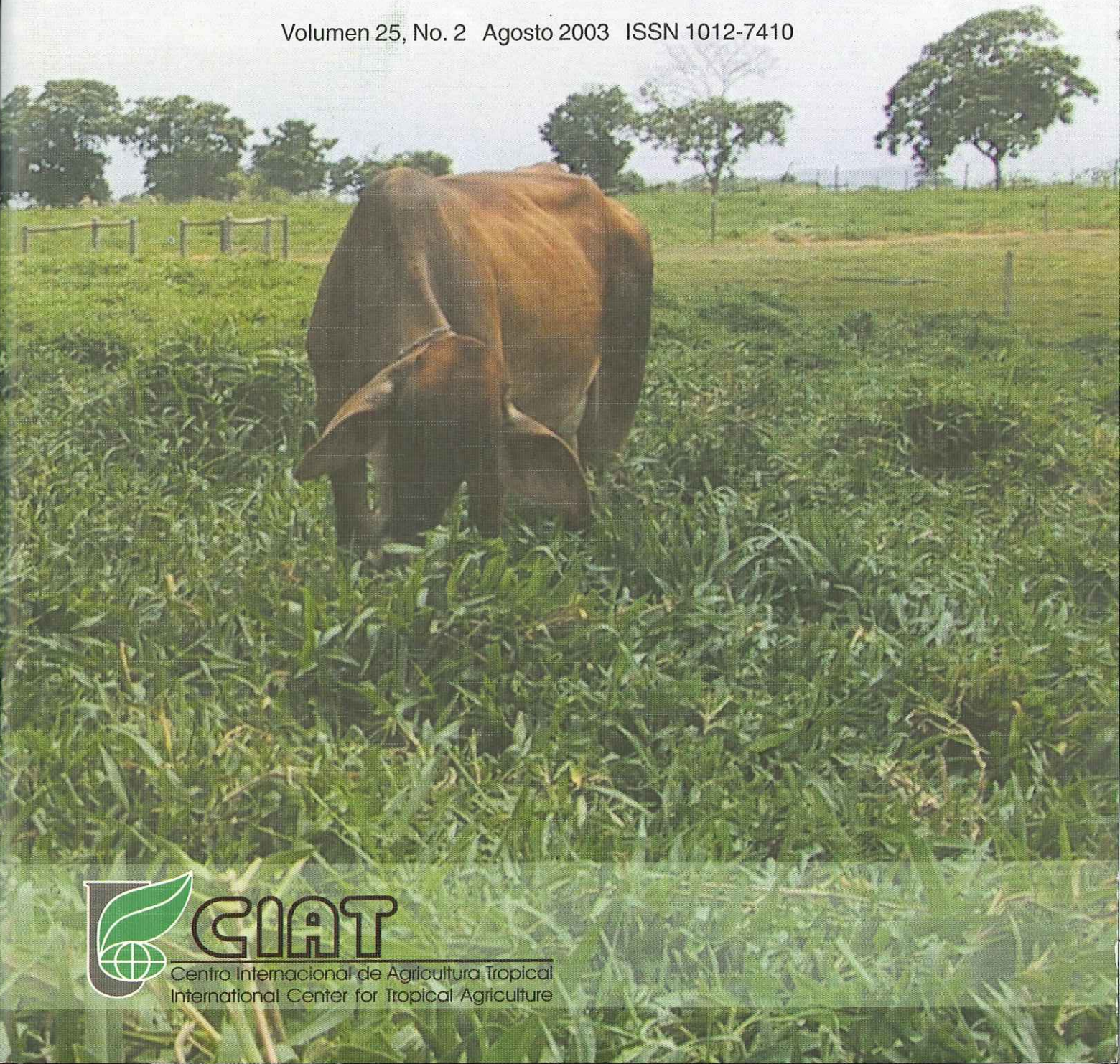


IMR

Pasturas Tropicales

Volumen 25, No. 2 Agosto 2003 ISSN 1012-7410



CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

Pasturas Tropicales

Volumen 25, No. 2

Agosto 2003

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

Producción: La Rosetta, T. 3326979 - Cali

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

El Comité Editorial recibirá complacido contribuciones de los lectores a interesados. Para tal efecto, dirigirse a: Revista Pasturas Tropicales, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

c.lascano@cgiar.org

amire@aolpremium.com

Foto carátula:

Cultivar Mulato, un híbrido de *Brachiaria* caracterizado por su rápido establecimiento y alta calidad nutritiva, desarrollado por el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

(Foto: Belisario Hincapié)

Derechos de autor CIAT 2003. 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

Pág.

Artículos Científicos

- Produção de leite em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata sob níveis de suplementação de concentrado no nordeste paraense, Brasil. **C. A. Gonçalves, S. Dutra e J. A. Rodrigues Filho** 2
- Produtividade e índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e tensões hídricas. **K. R. A. Marcelino, G. G. Leite, L. Vilela, J. M. da S. Diogo, e A. F. Guerra** 12
- Aplicação de fósforo em Latosolo Vermelho distroférrico no estabelecimento das gramíneas cvs. Mombaça, Marandu, Planaltina e Kazungula. **E. E. Mesquita, J. C. Pinto, M. C. J. Belarmino, A. E. Furtini Neto e I. P. A. Santos** 20
- Response of *Arachis pinto* to inoculation with selected rhizobia strains in brazilian Cerrado soils under field conditions. **H. M. A. Purcino, N. M. H. Sá, M. C. M. Viana, M. R. Scotti, C. Mendes, and M. A. T. Vargas** 26
- Produção e qualidade do capim Tanzânia (*Panicum maximum*) em diferentes idades e adubado com doses de N de chorume bovino. **A. de Moura Zanine, L. Tavares Schimidt, P. F. Dias, e S. Manhães Souto** 30

Notas de Investigación

- Efeito de diferentes doses de chorume bovino no pH e composição mineral de um Planossolo cultivado com gramíneas dos gêneros *Cynodon* e *Digitaria*. **A. M. Zanine, P. F. Dias, L. F. B. Pinto, S. M. Souto, D. J. Ferreira, e J. C. Almeida** 37
- Acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo na raiz e parte aérea em cultivares de *Digitaria* e *Cynodon* sob o efeito de nitrogênio na forma de chorume bovino. **A. de Moura Zanine, P. F. Dias J. C. Carvalho e S. M. Souto** 42
- Evaluación de cepas de rizobio en *Chamaecrista* creciendo en suelos disturbados por minería de aluvión. **F. H. Orozco P., M. Medina S. y A. Londoño U.** 47

Comentario

- Centrosema pubescens* se llama ahora *Centrosema molle*. **Rainer Schultze-Kraft** 54

Produção de leite em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata sob níveis de suplementação de concentrado no nordeste paraense, Brasil.

C. A. Gonçalves, S. Dutra e J. A. Rodrigues Filho*

Introdução

A pecuária leiteira é uma das principais atividades econômicas do Estado do Pará, e que nos últimos anos vem apresentando taxas de crescimento significativo em sua produção, passando de 231,497,000 lt em 1990 para 459,165 lt em 2001 (Embrapa, 2003); porém, esse acréscimo é decorrente do aumento do rebanho leiteiro e dos atrativos para investimentos no agronegócio leite, do que no acréscimo da produtividade, que continua baixa (3 - 4 lt/vaca por dia, 960 a 1000 lt por lactação encerrada e 1000 a 1200 lt/ha por ano), causando um déficit de 30% do produto no Estado, considerando a necessidade diária de 140 g/pessoa por dia (Gonçalves et al, 1998).

Tal situação é decorrente dos baixos índices zootécnicos alcançados pelo rebanho, os quais estão intimamente relacionados à alimentação deficiente das vacas, principalmente na época seca, onde a situação é agravada por afetar tanto a quantidade de forragem disponível, quanto à qualidade do alimento oferecido (Gonçalves e Teixeira Neto, 2002).

Como alternativa para aumentar a produtividade da pecuária leiteira na região, devem ser utilizados sistemas de produção a pasto, levando-se em consideração a eficiência técnico-econômica desse sistema, o qual é condicionado, principalmente, pela alimentação animal, tendo como suporte as pastagens cultivadas (Gonçalves e Teixeira Neto, 2002). Nesse sentido, é necessário que se lance mão de gramíneas com potencial superior às comumente utilizadas, tendo como opção o capim cv. Tobiata (*Panicum*

maximum) que tem se destacado entre as gramíneas ultimamente introduzidas na região, pelo o seu elevado potencial quantitativo e qualitativo (Veiga et al., 1985; Azevedo et al., 1992; Simão Neto et al., 1992; Veiga, 1995).

Além da escolha adequada da forrageira, outros fatores são fundamentais para viabilizar os sistemas de produção de leite a pasto como: aptidão leiteira da vaca; qualidade do pasto; disponibilidade de forragem (pressão de pastejo); sistema de pastejo e suplementação da pastagem (Gomide, 1993). Segundo Gomide (1993), a aptidão leiteira da vaca é condicionada principalmente pela sua carga genética, variando também de acordo com a sua condição fisiológica e sua alimentação. Por sua vez, a alimentação animal constitui-se no principal componente dos custos da exploração leiteira.

Em sistemas menos intensivos, em que a dieta animal é basicamente o pasto, a alimentação é mais econômica do que em sistemas mais intensivos baseados em concentrados (Vilela e Alvim, 1996). A qualidade da pastagem é caracterizada pelo seu valor nutritivo: digestibilidade e composição química. Segundo (Vilela e Alvim, 1996), a alta correlação existente entre produção animal e consumo de forragem é o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção do animal. O consumo de pasto é determinado pela disponibilidade de forragem que, para uma mesma pastagem em determinado momento, varia inversamente com a taxa de lotação da mesma. Enquanto o rendimento forrageiro da pastagem, fixa sua capacidade de suporte para uma determinada espécie e categoria animal, a taxa de lotação define a disponibilidade de pasto, isto é, a pressão de pastejo a que a pastagem é submetida.

* Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, Pará, Brasil.

Para cada caso estabelece-se uma relação inversa entre taxa de lotação e disponibilidade de pasto.

Para Alvim et al. (1995) a pressão de pastejo é fundamental para a persistência das forrageiras na pastagem, repercutindo no bom desempenho animal ao longo do tempo, mas é preciso que essa pressão seja equilibrada, compatível com a disponibilidade existente. Excesso de animais nas pastagens compromete a persistência da forrageira e dificulta a seleção da dieta, com reflexos negativos na produção de leite. Por outro lado, o subpastejo pode acarretar a baixa utilização da forragem disponível. Portanto, deve-se utilizar uma pressão ótima de pastejo, a qual deve resultar em níveis equilibrados de produção/animal e produção/área (Mott, 1980).

A taxa de lotação deve ser compatível com o rendimento forrageiro, que depende da espécie forrageira e de práticas de manejo, como a adubação e a suplementação. A adubação, principalmente a nitrogenada, traz grandes incrementos na capacidade de suporte da pastagem e, portanto, na produção por ha, mas seu efeito sobre a produção por animal é mínimo (Deresz, 1994; Leal, 1995). Segundo Gomide (1993) para maximizar a economicidade da adubação de pastagem, deve-se tomar as seguintes decisões: cultivo de gramínea de elevado potencial forrageiro; uso de fórmula de adubação apropriada para o solo e aplicação de doses dentro da faixa de linearidade de resposta; pastejar a área com vacas de adequada aptidão leiteira; adoção de taxas de lotação próxima à capacidade de suporte da pastagem, de modo que alcance alta produção/ha, sem comprometimento da produção/vaca.

O pastejo rotativo tem relativamente pouco efeito sobre a produção de leite e carne por hectare, quando a produção de forragem é suficiente para manter os requerimentos dos animais (Hodgson, 1990; Holmes, 1995). Já nos sistemas intensivos de exploração de pastagens, em que as vacas utilizam o pasto todo o ano, é freqüentemente necessário limitar a área da pastagem diariamente, e isso somente pode ser feito com maior facilidade através do sistema de pastejo rotativo, permitindo o manejo racional do pasto.

O uso de concentrado para corrigir a deficiência do pasto em energia e/ou proteína, deve ser analisado economicamente. Para Vilela (1998) a avaliação da economicidade no uso de concentrados na suplementação de pastagens tropicais está diretamente relacionada com a qualidade do pasto, duração do período de avaliação e potencial genético dos animais. Na Amazônia brasileira, ainda são poucos os trabalhos com sistemas intensivos de

manejo de pastagem. Entretanto, verifica-se na região um crescimento de demanda por parte dos pecuaristas de tecnologias visando o uso mais intensivo das pastagens em áreas já desmatadas, que possam tornar a pecuária mais produtiva com maior sustentabilidade das fazendas.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a performance de um sistema de pastejo intensivo, em pastagem de capim cv. Tobiatã, assim como definir estratégias de suplementação concentrada.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada no período de abril/2000 a dezembro/2002, na Embrapa-Amazônia Oriental, Município de Terra Alta, localizado a 36 m de altitude, 0° 43' de latitude sul e 47° 5' de longitude oeste de Greenwich. O clima do município, segundo a classificação de Köppen é Am (Bastos, 1972), com precipitação pluviométrica em torno de 2000 mm, tendo uma estação mais chuvosa (dezembro a maio), e outra menos chuvosa (junho a novembro). A temperatura média é de 26° C e a umidade relativa do ar em torno de 86%.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Amarelo, textura leve, com algumas variações, apresentando as seguintes características químicas: pH em água (1:25) = 5.1; $Al^{+++} = 3.45 \text{ mmol/dm}^3$; $Ca^{++} + Mg^{++} = 15.2 \text{ mmol/dm}^3$; $P = 10.2 \text{ mg/dm}^3$ e $K = 55.3 \text{ mg/dm}^3$. A área experimental utilizada era originalmente uma pastagem de *Brachiaria humidicola* formada há 10 anos, a qual foi renovada totalmente pelo capim cv. Tobiatã (*Panicum maximum*) em março/1999. O preparo para implantação da nova pastagem constou de aração e gradagem, sendo o plantio (10 kg/ha de semente) e a adubação efetuados mecanicamente em sulcos distanciados de 0.60 m. A adubação foi efetuada na base (kg/ha) de 80-80-80 de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, e 500 kg/ha de calcário dolomítico, sendo o N e K fracionados em três aplicações. A adubação de reposição foi realizada a lanço, 2 anos após sua implantação, na base equivalente de 75 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , com critérios semelhantes à efetuada no plantio.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As avaliações na pastagem foram feitas em 12 piquetes (repetições) de 1.5 hectare e tomadas cinco amostras/piquete. A resposta animal foi medida em dois grupos de 20 animais (repetições) sob dois níveis de suplementação de concentrados. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5 %.

A pastagem foi manejada em pastejo rotacionado intensivo com 2 e 3 dias de ocupação e 22 e 33 dias de descanso, respectivamente, nas épocas mais e menos chuvosa, com taxa de lotação inicial de 3.0 vaca/ha. A pressão de pastejo foi determinada pela divisão da forragem disponível diariamente aos animais pela quantidade de peso vivo animal (PV).

Para este estudo foram selecionadas vacas mestiças, europeu-Zebu, com grau de sangue variando de 1/2 a 3/4. A suplementação de concentrados continha 70% a 75% de NDT e 18% a 20% de PB, sendo fornecida na proporção de 1 kg de concentrado para 3 kg de leite, com produção superior a 7 kg/dia. A suplementação mineral e os outros cuidados com o manejo do rebanho foram uniformes para ambos os grupos. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia; pela manhã (4 a 6 h) e a tarde (15 a 17 h), e o controle leiteiro realizado duas vezes ao mês, com a produção de leite corrigida para a terceira lactação.

A disponibilidade de forragem anterior e o resíduo após o pastejo foram determinados através de cortes nas plantas, efetuados a 20 cm do solo, em cada piquete, antes da entrada e após a saída dos animais, respectivamente. Em cada avaliação, foram amostrados cinco quadrados de 2 m x 2 m e subamostra de aproximadamente 300 g, separando-se a forragem verde, material morto e plantas invasoras.

As análises de proteína bruta (PB) da forragem e digestibilidade in vitro da matéria seca (MS) foram feitas nas subamostras pré-secas da forragem verde (folha e colmo), disponível na entrada dos animais em cada piquete. A PB foi determinada pelo método de macro Kjeldahl e a digestibilidade pelo método de Tilley e Terry (1963), modificado por Tinnimit e Thomas (1976).

As variáveis medidas na pastagem foram disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF), relação folha/colmo (F/C), taxa de lotação (TL), pressão de pastejo (PP), proteína bruta da folha (PBF) e do colmo (PBC) e digestibilidade in vitro da matéria seca da folha (DIVF) e do colmo (DIVC). As variáveis de resposta animal foram: produção de leite/dia por animal e produção de leite/dia por área.

A coleta das amostras de solo, para as análises químicas de fertilidade (0 a 20 cm de profundidade) foi efetuada duas vezes ao ano, no período chuvoso (março) e seco (setembro). As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com malhas de abertura de 2 mm. Na fração

menor que 2 mm, que constitui a terra fina seca ao ar (TFSA), foram realizadas as análises químicas.

Resultados e discussão

Taxa de lotação (TL) e Pressão de pastejo (PP)

Neste trabalho não foi possível se proceder a análise de variância da variável TL, devido a pesquisa ter sido delineada para acompanhar a performance de um sistema de produção de leite em pastejo rotacionado intensivo já preconizado, portanto sem repetição, o que possibilitaria essa análise.

A análise de variância da PP mostrou efeito significativo ($P < 0.05$) dos ciclos de pastejo com relação a ano e época do ano. Na Tabela 1 são mostrados a variação da TL e PP da pastagem de cv. Tobiata durante os três períodos experimentais. A média geral da TL foi de 2.6 ± 0.9 vaca/ha, verificando-se uma tendência de diminuição do primeiro (2.75 vaca/ha) para o segundo ano (2.3 vaca/ha) e um ligeiro aumento deste para o terceiro ano (2.45 vaca/ha). Nos três períodos experimentais, as TL foram maiores nos ciclos de pastejo ocorridos nas épocas mais chuvosa, cuja variação foi de 2.5 vaca/ha a 3.5 vaca/ha no primeiro ano, 1.7 vaca/ha a 3.5 vaca/ha no segundo e de 1.9 vaca/ha a 3.7 vaca/ha no terceiro. Porém, com menor intensidade, a flexibilidade da TL foi observada também nos ciclos ocorridos na época menos chuvosa. A menor TL ocorreu no segundo ano, época menos chuvosa (1.2 vaca/ha) e a maior no terceiro ano, na época mais chuvosa (3.7 vaca/ha).

Com relação a PP, a média geral foi de 13.4 ± 4.7 kg de MS/100 kg PV por dia, com um coeficiente de variação de 29%. A PP também apresentou uma tendência de diminuição do primeiro (12.1 kg de MS/100 kg de PV por dia) para o segundo ano (11.4 kg de MS/100 kg de PV por dia) e um ligeiro aumento deste, para o terceiro ano (11.6 kg de MS/100 kg de PV por dia). Todavia, somente a PP média obtida no primeiro ano foi superior as dos anos subsequentes. As tendências verificadas tanto com relação a TL, quanto a PP, pode ser explicada devido a adubação de estabelecimento e de reposição da pastagem, terem sido efetuadas no plantio e no final do segundo ano experimental, beneficiando com isso, a pastagem nos respectivos anos.

Nos três anos experimentais, as PP dos ciclos ocorridos na época mais chuvosa foram superiores aos da menos chuvosa, porém, com uma grande variação de uma época para a outra, assim como dentro de uma mesma época. A maior e menor PP

Tabela 1. Variação da taxa de lotação e pressão de pastejo da pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã nos três períodos experimentais.

Ano/Época	Taxa de lotação (vaca/ha)	Variação	Pressão de pastejo (kg MS/100 kg PV/dia)	Variação
2000:				
Mais chuvosa	3.00	2.5 a 3.5	14.1 a*	16.4 a 11.7
Menos chuvosa	2.50	1.9 a 3.1	10.0 b	12.4 a 7.5
Média	2.75	1.9 a 3.5	12.1 A**	7.5 a 16.4
2001:				
Mais chuvosa	2.60	1.7 a 3.5	13.6 a	18.2 a 8.9
Menos chuvosa	2.00	1.2 a 2.8	9.2 b	12.7 a 5.6
Média	2.30	1.2 a 3.5	11.4 B	5.6 a 18.2
2002:				
Mais chuvosa	2.80	1.9 a 3.7	15.6 a	20.6 a 10.5
Menos chuvosa	2.10	1.5 a 2.7	7.5 b	9.6 a 5.3
Média	2.45	1.5 a 3.7	11.6 B	5.3 a 20.6

* Médias dentro de cada ano, seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

** Médias entre anos, seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

observadas foram 20.6 e 5.3 kg de MS/100 kg PV por dia ocorridos na época mais e menos chuvosa do terceiro período, respectivamente.

Tanto para a TL, quanto para PP, os dados obtidos nessa pesquisa estão em consonância com os de Costa et al. (2001) com o capim cv. Tobiatã em Belém, PA, que detectaram diminuição das TL e PP do primeiro para o segundo período experimental, seguindo-se um aumento deste para o terceiro, assim como aumento das TL e PP nos ciclos de pastejo ocorrido na época mais chuvosa em relação a menos chuvosa.

Disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF) e relação folha/colmo (F/C)

A análise de variância mostrou efeito significativo ($P < 0.05$) dos ciclos de pastejo em relação a disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF), e na relação folha/colmo (F/C), referentes a ano e época do ano. Nesse estudo, a média geral da DTF, DF e F/C foram (t/ha de MS) de 3.03 ± 1.26 ; 2.21 ± 0.97 t/ha e 2.66 ± 1.14 , com os CV de 19.63%, 23.65% e 43.32%, respectivamente.

Na Tabela 2 são apresentados os referidos dados durante os três períodos experimentais. Tanto a DTF (3.65 t/ha de MS) quanto a DF (2.67 t/ha de MS) obtidas no primeiro ano de pastejo foram superiores estatisticamente aos dois anos subseqüentes, com às do terceiro ano superiores às do segundo.

Com referência ao efeito da época do ano, observa-se que nos três períodos tanto a DTF quanto a DF foram superiores na época mais chuvosa. Essa superioridade da época de maior precipitação pluviométrica é uma das razões do efeito significativo do ciclo de pastejo nessas variáveis. Além do mais, num sistema de pastejo, as decisões de manejo também provocam variações expressivas na disponibilidade de forragem, geralmente é maior na época mais chuvosa. Fato este, também observado por Sarmiento et al. (1997), Gonçalves et al. (1998), e Costa, et al. (2001).

A média de DTF obtida nesse trabalho foi inferior à obtida por Teixeira et al. (1999), de 12.37 t/ha de MS, com um ciclo de pastejo de 34 dias (1 de ocupação e 33 de descanso), assim como à observada por Costa, et al. (2001), de 4.02 t/ha de MS, com um ciclo de pastejo de 24 dias (4 de ocupação e 20 de descanso). Porém, superior às encontradas por Euclides et al. (1995 e 1997) de 2.56 e 2.40 t/ha de MS, respectivamente. Essas diferenças pode ser atribuída, principalmente, aos manejos adotados nos diferentes sistemas.

Com relação a DF, a média obtida também foi inferior àquela relatada por Teixeira et al. (1999), de 5.06 t/ha de MS, e à observada por Costa et al. (2001), de 2.88 t/ha de MS. Porém superior à verificada por Euclides e Euclides Filho (1998) que obtiveram 1.78 t/ha de MS utilizando bovinos em sistema com médias de período de pastejo e

Tabela 2. Disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF) e relação folha/colmo (F/C) da pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã nos três períodos experimentais.

Ano/época	Disponibilidade de forragem (t/ha)		
	DTF	DF	F/C
2000			
Mais chuvosa	3.93 a*	2.87 a	2.71 a
Menos chuvosa	3.38 b	2.47 b	2.79 a
Média	3.65 A**	2.67 A	2.75 B
2001			
Mais chuvoso	2.66 C	1.96 C	2.83 A
Mais chuvosa	3.00 a	2.16 a	2.81 a
Mais chuvosa	3.00 a	2.16 a	2.81 a
Menos chuvosa	2.33 b	1.75 b	2.85 a
Média	2.66 C	1.96 C	2.83 A
2002			
Mais chuvoso	3.74 a	2.81 a	2.88 a
Mais chuvosa	3.74 a	2.81 a	2.88 a
Menos chuvosa	2.08 b	1.37 b	1.72 b
Média	2.91 B	2.09 B	2.30 C

* Médias dentro de cada ano, seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

** Médias entre anos, seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

descanso de 14 e 39 dias, respectivamente. As DTF e DF obtidas estão acima dos 1.2 t/ha de MS, consideradas por Mott (1980) como o mínimo para consumo aceitável de animais bovinos em pastejo.

A relação F/C (2.83) obtida no segundo ano (Tabela 2) foi superior estatisticamente à do primeiro (2.75), e este, à do terceiro (2.30). Com referência ao efeito de época, a relação F/C foi obtida na época mais chuvosa foi superior à da menos chuvosa no terceiro ano, e semelhantes entre si nos dois primeiros. Houve uma grande variação desta relação durante o período experimental, atingindo um máximo de 2.88 e um mínimo de 1.72 nas épocas mais e menos chuvosa, respectivamente, no terceiro período. A média geral da relação F/C (2.66) obtida nesta pesquisa foi maior que a reportada por Teixeira et al. (1999), de 1.25, porém menor que a obtida por Costa et al. (2001), de 2.90. Segundo Vilela (1998), em sistemas de pastejo, a relação F/C é outra variável altamente dependente do manejo adotado. No presente sistema não foram verificadas correlação entre relação F/C e a PP, devido as freqüentes alterações na PP em curtos períodos de tempo. Esse tipo de resposta da forragem necessita de imposição definida e por tempo prolongado de PP.

Proteína bruta da folha (PBF) e do colmo (PBC)

A análise de variância da PBF e da PBC detectou efeito significativo ($P < 0.05$) dos ciclos de pastejo com relação a ano e época do ano. A média geral da PBF obtida foi de $12.94\% \pm 1.34\%$, com CV de 5.59%, e valores máximo de 15.78% e mínimo de 9.67%, respectivamente. Para a variável PBC, a média geral obtida foi de $9.78\% \pm 1.10\%$ com CV de 5.60% e teores máximo de 14.98% e mínimo de 7.34%.

Os teores de PBF (Tabela 3) aumentaram com o decorrer dos períodos de pastejo, sendo maiores no terceiro ano (13.61%), superior ao segundo (13.19%) e este, ao primeiro (12.44%), enquanto que o PBC (Tabela 3) tiveram uma tendência não definida, com os teores do segundo (9.98%) superiores ao primeiro (9.80%) e terceiro (9.71%) e estes, semelhantes entre si. Fora a influência da pressão de pastejo através do estímulo a brotações novas (Veiga et al, 1985) e do regime pluviométrico que foi variável ao longo do estudo, essa tendência (mais constante nas folhas) pode ser entendida como uma resposta ao aumento da fertilidade do solo proporcionada pela adubação efetuada ao longo do período experimental, que segundo Pereira (1998) propiciou um aumento nos níveis de fósforo e potássio do solo de 57% e 7%, respectivamente.

Tabela 3. Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) da pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã nos três períodos experimentais.

Ano/época	PB (% na MS)		DIVMS (% na MS)	
	Folha	Colmo	Folha	Colmo
2000				
Mais chuvosa	13.73 a*	10.75 a	62.82 a	59.24 a
Menos chuvosa	11.14 b	8.86 b	59.71 b	55.26 b
Média	12.44 C**	9.80 B	61.26 A	57.25 A
2001				
Mais chuvosa	14.14 a	10.68 a	62.70 a	58.46 a
Menos chuvosa	12.24 b	9.27 b	59.98 b	55.55 b
Média	13.19 B	9.98 A	61.34 A	57.00 B
2002				
Mais chuvoso	14.70 a	10.59 a	61.79 a	57.84 a
Mais chuvosa	14.70 a	10.59 a	61.79 a	57.84 a
Menos chuvosa	12.52 b	8.84 b	58.74 b	56.55 b
2002	13.61 A	9.71 B	60.27 B	57.20 A

* Médias dentro de cada ano, seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

** Médias entre anos, seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

Com relação a época do ano, tanto os teores de PBF (13.73%; 14.14% e 14.70%) quanto os de PBC (10.75%; 10.68% e 10.59%) foram superiores nos ciclos de pastejo ocorrido na época mais chuvosa nos três períodos experimentais, respectivamente. Os teores de PBF foram sempre superiores aos de PBC.

A média de PBF (12.94%) e PBC (9.78%) obtidas nessa pesquisa está acima das reportadas por Euclides (1996) (10.6% e 7.2%) e por Costa et al. (2001) (12.8% e 9.6%, respectivamente). Considerando que um teor de 12% de PB na MS na planta constitui a exigência mínima de vacas em lactação (NRC, 1988) verifica-se que a pastagem de cv. Tobiatã atenderia a este requisito, principalmente nas folhas, parte da planta mais consumida pelos animais.

DIVMS da folha (DIGF) e do colmo (DIGC)

A análise de variância da DIGF e da DIGC mostrou que essas variáveis foram afetadas significativamente ($P < 0.05$) pelo ciclo de pastejo com relação a ano e época do ano. A média geral da DIGF foi de $61.08\% \pm 2.48\%$ com um CV de 3.25% e valores máximo e mínimo de 68.0% e 55%, respectivamente. Para a variável DIGC a média geral foi de $57.12\% \pm 2.4\%$ com um CV de 3.21% e coeficientes máximo de 58% e mínimo de 46%.

A DIGF foi afetada pelo período de pastejo (Tabela 3) com maiores percentuais no primeiro (61.26%) e segundo ano (61.34%), semelhantes entre si e superiores ao terceiro (60.27%), observando-se uma tendência de aumento do primeiro para o segundo ano e um ligeiro decréscimo para o terceiro. A DIGC, também, não teve uma tendência definida com relação aos períodos de pastejo, observando-se uma superioridade do primeiro (57.25%) e terceiro ano (57.20%), em relação ao segundo (57.00%). Como era esperado, os valores de DIGF foram sempre superiores aos do DIGC.

A mesma tendência de superioridade da época mais chuvosa em relação a menos chuvosa, detectadas nos teores de PB, também ocorreu nos de DIGF e DIGC. A média geral da DIGF (59%) encontrada por Euclides et al. (1995) e às DIGF (60%) e DIGC (56%) reportadas por Costa et al. (2001) foram inferiores às obtidas no presente trabalho. A média da DIGF está acima da faixa potencial de 55% - 60% sugerida por Minson e Mcleod (1970) para gramíneas forrageiras tropicais. Segundo Costa et al. (2001) num sistema de pastejo o manejo para manter a qualidade da forragem é muito importante, pois incrementos na produção muitas vezes não se traduzem em aumentos na produção animal. Sob pastejo, os fatores que podem influenciar o valor nutritivo de uma forrageira são o período e a intensidade de pastejo. Veiga et al. (1995) mostraram que períodos de pastejos longos e

baixas pressões tendem a diminuir o teor de PB e digestibilidade da forragem.

Produção de leite

A análise de variância da produção de leite tanto por animal quanto por área detectou efeito significativo ($P < 0.05$) dos ciclos de pastejo, em relação aos três fatores estudados (ano, época do ano e níveis de concentrado). A média geral da produção de leite por animal foi de 10.05 ± 6.82 kg/vaca por dia com um CV de 10.72%, enquanto que a média geral da produção de leite por área foi de 34.16 ± 21.39 kg/ha por dia com um CV de 8.58%. Na Tabela 4 são mostradas as médias dos referidos dados, observando-se superioridade do terceiro período (10.19 kg de leite/vacapor dia) em relação aos períodos antecedentes, sendo estes semelhantes entre si.

Nos três anos, independente do período de pastejo e do uso de suplemento, a produção de leite foi afetada pela época do ano, com superioridade da época mais chuvosa em que as produções atingiram níveis aceitáveis de produção, principalmente o grupo das vacas suplementadas.

Dos três fatores, o efeito da suplementação alimentar foi o mais acentuado sobre a produção de leite individual, com superioridade marcante das vacas

suplementadas em relação às não suplementadas, em 32.18%; 36.79% e 38.51%, respectivamente, nos três períodos experimentais, principalmente nas épocas de estiagem em que a pastagem apresentou decréscimos na disponibilidade e qualidade da forragem.

A produção de leite por área apresentou a mesma tendência da produção individual, com superioridade do terceiro período (35.36 kg/ha por dia) em relação aos demais, sendo o segundo (33.98 kg/ha/dia) superior ao primeiro (33.14 kg/ha/dia).

As produções de leite/área foram maiores nos ciclos de pastejo ocorridos na época mais chuvosa em relação à menos chuvosa em 28.78%; 26.37% e 20.29% nos três anos experimentais, respectivamente. Este fato pode ser explicado em virtude da maior TL ocorrida nessa época do ano, assim como a maior disponibilidade e qualidade da forragem produzida. Também foi marcante o efeito da suplementação de concentrado na produção de leite por área, com superioridade das vacas suplementadas sobre às não suplementadas em 31.97%; 35.38% e 38.07% nos três anos experimentais, respectivamente.

Ao se comparar médias de produção de leite tanto por animal quanto por área entre diferentes sistemas de pastejo ou manejos de um mesmo tipo de

Tabela 4. Produção de leite por animal e por área em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã com (C) e sem (S) suplementação de concentrado, nos três períodos experimentais.

Ano/época	Produção de leite(kg/vaca/dia)			Produção de leite(kg/ha/dia)		
	(C. ração)	(S. Ração)	Média	(C. ração)	(S. Ração)	Média
2000						
Mais chuvosa	12.45 a	8.76 a	10.86 a**	45.44 a	31.99 b	38.71 A
Menos chuvosa	11.35 b	7.37 b	9.36 b	33.46 a	21.69 b	27.57 B
Média	11.90 a*	8.07 b	9.99 B***	39.45 a	26.84 b	33.14 C
2001						
Mais chuvosa	12.82 a	8.63 a	10.73 a	46.81 a	31.48 b	39.14 A
Menos chuvosa	11.63 b	6.82 b	9.23 b	36.25 a	21.39 b	28.82 B
Média	12.23 a	7.73 b	9.98 B	41.53 a	26.44 b	33.98 B
2002						
Mais chuvosa	13.17 a	8.63 b	10.90 a	47.67 a	31.03 b	39.35 A
Menos chuvosa	12.06 a	6.89 b	9.48 b	39.67 a	23.06 b	31.37 B
Média	12.62 a	7.76 b	10.19 A	43.67 a	27.04 b	35.36 A

* As Médias dentro de cada ano, para cada variável, seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

** As médias entre anos, para cada variável, seguidas da mesma letra maiúscula normal na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

*** As médias dentro de cada ano, para cada variável, seguidas da mesma letra maiúscula sobrescrita na coluna, não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

pastagem, é importante levar em consideração as condições sobre as quais os dados foram obtidos. Além das diferenças na utilização de insumos, o manejo das pastagens é uma considerável fonte de variação que, quase sempre, compromete as comparações. Considerando o modelo proposto por Mott (1980) na baixa pressão de pastejo não há considerável competição entre os animais por forragem de melhor qualidade. Em contrapartida, na alta pressão de pastejo essa competição passa a ser determinante para a produção de leite. Logo a comparação das produções devem ser feitas dentro de uma mesma faixa de pressão de pastejo. E como, muitas vezes, o nível de pressão de pastejo dos trabalhos encontrados na literatura não são bem definidos, observa-se uma grande variação dos resultados.

Entretanto, independentemente dessas diferenças, as médias de produção de leite obtidas nesse trabalho são superiores às reportadas por Alvim et al (1995) em pastagem de *Brachiaria mutica* (9.7 kg/vaca por dia e 17.4 kg/ha por dia) com TL de 1.8 vaca/ha, por Lascano (1995) em pastagem de *B. decumbens* (6.8 kg/vaca por dia e 20.0 kg/ha por dia) com TL de 3 vaca/ha, por Alvim et al. (1995) em pastagem de *Setaria sphacelata* (10.4 kg/vaca por dia e 28.0 kg/ha por dia) com TL de 2.7 vaca/ha e por Lascano et al. (2002) em pastagem de *B. brizantha* (8.2 kg/vaca por dia e 16.4 Kg/ha por dia) com TL de 2 vaca/ha. Porém, inferiores às obtidas por Martinez et al. (1980) em *Cynodon dactylon* (13.1 kg/vaca por dia e 43.8 kg/ha por dia), com TL de 3.6 vaca/ha; por Deresz et al (1994) em pastagem de *Pennisetum purpureum* (13.5 kg/vaca por dia e 60.1 kg/ha por dia), com TL de 5.0 vaca/ha, e por Leal (1995) em pastagem de *Panicum maximum* (11.1 kg/vaca por dia e 44.2 kg/ha por dia), com TL de 4.0 vaca/ha.

Nos três anos experimentais a disponibilidade de forragem foi suficiente para atender a necessidade de ingestão de matéria seca pelos animais, calculada em função do peso corporal e do nível de produção obtido. Esse nível de consumo permitiu atender os requerimentos de energia e proteína para manutenção do peso e produção. A suplementação com mistura concentrada promoveu o aumento da produção de leite, evidenciando a capacidade produtiva do rebanho. Os valores médios encontrados nos três anos para os grupos suplementados e não suplementados foram de 467.7 e 467.5 kg para o peso corporal; 12.3 e 7.8 kg para a produção de leite; 3.0 e 2.7% para o índice de consumo de matéria seca.

Conclusões

Os resultados obtidos nesse trabalho permitem concluir que:

- A pastagem de capim-tobiatã apresentou potencial para produção de leite na região, devido sua boa disponibilidade de forragem, nas condições de manejo intensivo.
- O nível de consumo permitiu atender os requerimentos de energia e proteína para a manutenção do peso e produção das vacas.
- A diferencia de qualidade entre as frações folha e colmo indica que as pressões de pastejo que forcem o consumo de colmos podem reduzir o desempenho animal.
- De modo geral, as características produtivas (disponibilidade de forragem e relação folha/colmo) e qualitativa (proteína e digestibilidade) sofreram variações ao longo do estudo (efeito do ciclo de pastejo), porém essas variações não foram relacionadas àquelas ocorridas na pressão de pastejo.
- A qualidade da forragem disponível e a performance do animal, foram diretamente proporcional.
- A pastagem de capim-tobiatã apresentou capacidade de suporte média de 2.75 vaca/ha, o que proporcionou um aumento significativo na produção de leite por área.
- A suplementação com mistura concentrada, elevou substancialmente a produção de leite, principalmente no período de estiagem.
- Dentro de um certo limite, as respostas quantitativas e qualitativas da pastagem estudada e sua conseqüente produção animal são decorrentes dos insumos aplicados, uma análise econômica desse tipo de sistema é recomendável, para uma avaliação definitiva.

Resumen

Entre abril 2000 y diciembre 2002 en un Latosol Amarelo de la Empresa de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental), Município de Terra Alta (a 36 m de altitud, 2000 mm, 0° 43' de latitud sur y 47° 5' de longitud oeste y clima Ami) se evaluó el efecto de la carga animal y la suplementación en la producción de MS y la calidad del pasto *Panicum*

maximum cv. Tobiata, y la producción de leche de vacas de los cruces europeo-Zebu (1/2 a 3/4). En el momento de la siembra de la pasturas se aplicaron (kg/ha) 80-80-80 de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, y 500 kg/ha de cal dolomítica. El N y el K fueron fracionados en tres aplicaciones. Se utilizó un diseño completamente al azar. Las mediciones de la pasturas se hicieron en 12 potreros de 1.5 ha y las de producción de leche en dos grupos de 20 vacas que recibieron dos niveles de suplementación. Se utilizó un sistema de pastoreo rotacionado intensivo con 2 y 3 días de ocupación y 22 y 33 días de descanso, respectivamente, y una carga animal de 3 vaca/ha. La suplementación de concentrado fue de 1 kg por cada 3 lt de leche, cuando la producción diaria era mayor que 7 lt. Las vacas fueron ordeñadas dos veces por día (4 a 6 a.m. y 3 a 5 p.m.). La pastura presentó un buen potencial para la producción de leche en la región, debido a su elevada disponibilidad de forraje en las condición de manejo intensivo; el nivel de consumo permitió llenar los requerimientos de energía y proteína para la mantener el peso de los animales y para la producción de las vacas: La diferencia de calidad entre las fracción hojas y tallos indica que la presión de pastoreo fue responsable por el consumo de tallos, lo que posiblemente redujo el desempeño animal. En general, las características productivas (disponibilidad de forraje y relación hoja:tallo) y la calidad de forraje (proteína y digestibilidad) variaron en los ciclos de pastoreo, sin embargo, esa variación no fue relacionada con aquellas debida a la presión de pastoreo. La capacidad de carga promedio de la pastura de cv. Tobiata fue de 2.75 vaca/ha, lo que significó una alta producción en la producción de leche por área. La suplementación con concentrado aumentó substancialmente la producción de leche, principalmente en el período de sequía.

Summary

For evaluating the performance of an intensive rotational grazing system using pasture of *Panicum maximum* cv. Tobiata to milk production, as well as the better strategies of concentrate supplementation, an experiment was conducted in a Yellow Latosol (Oxisol) of medium texture, at Embrapa Amazonia Oriental, Terra Alta county (36 m, latitude of 0° 43' South and longitude of 47° 5' West), Northeast region of Para State, Brazil. The experimental design was a complete randomized. The evaluations in the pasture were realized in twelve paddocks (experimental collected) of 1.5 ha and five samples/paddocks. The animal was measured in two groups of twenty animals under two levels of concentrate supplementation. The Tobiata grass showed potential to milk production in the region, due to its availability and forage quality in intensive

rotational grazing system; the levels of use permitted attend the demand of energy and protein for the subsistence of weight and production of cow; the difference of quality between the fraction leaf and stem indicate that the grazing pressure which force the demand of stem can reduce the performance animal; in general, the characteristic of production (available of forage and leaf/stem ratio) and quality (protein and digestibility) showed variation during the study (effect of grazing cycles), but this variation were no related with grazing pressure; the Tobiata pasture presented stocking rate average of 2.75 cow/ha, which produced an significative increase in milk production per area; the concentrate supplementation increased significantly the milk production, mainly in the dry season.

Referências

- Alvim, M. J.; Botrel, M. A.; Martins, C. E.; Simão Neto, M.; Dusi, G. A.; e Cóser, A. C. 1995. Produção de leite em pastagens de Capim-angola e de Setária. Circ. Téc. no. 37. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Coronel Pacheco, Brasil. 30p.
- Azevedo, G. P. C. de; Camarão, A. P. e Gonçalves, C. A. 1992. Produção forrageira e valor nutritivo dos capins: Quicuiu-da-amazônia, Marandu, cv. Tobiata, andropogon e Tanzânia em quatro idades de corte. Bol. Pesqui. no. 126. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). Belém, Brasil. 31 p.
- Bastos, T. 1972. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. En: Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. Belém-Pará. Zoneamento Agrícola da Amazônia: 1a. aproximação. Bol. Téc. no. 54. IPEAN, Belém, Brasil. p. 68-122.
- Costa, N. A.; Braga, C. M.; Veiga, J. B. da; Moura Carvalho, L. O. de. 2001. Avaliação de pastagem de cv. Tobiata (*Panicum maximum* BRA 001503) em sistema de pastejo intensivo. Pasturas Tropicales 23(3):12 - 21.
- Deresz, F.; Cóser, A. C.; Martins, C. E.; Botrel, M. A.; Aroeira, L. J. M.; Maldonado, V. H.; e Matos, L. L. 1994. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para produção de leite. En: Simpósio Brasileiro de Forrageiras e Pastagens, Anais... Campinas, Brasil. p. 183-199.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-CNPGL). Leite em números, 2003 (<http://www.cnppl.Embrapa.br>).
- Euclides, V. P.; Macedo, M. C.; Oliveira, M. P. 1995. Avaliação de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 32. Anais... Brasília, Brasil. p. 97-99.

- _____; Macedo, M. C.; Oliveira, M. P. 1997. Desempenho animal em pastagens com diferentes níveis de fertilização. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34. Anais... Juiz de Fora, Brasil. p. 201-203.
- _____; Euclides Filho, K. 1998. Uso de animais na avaliação de forrageiras em Campo Grande. Documnetos no. 74. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Juiz de Fora, Brasil. 59 p.
- Gomide, J. A. 1993. Produção de leite em regime de pasto. Rev. Soc. Bras. Zoot. 22(4):591-613.
- Gonçalves, C. A.; Azevedo, G. P. C. de; e Silva, J. P. da. 1998. Diagnóstico e acompanhamento de propriedades leiteiras nas mesorregiões metropolitana de Belém e nordeste paraense. Documentos no. 127. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa-Amazônia Oriental). Belém, Brasil. 34 p.
- _____; e Teixeira Neto, J. F. 2002. Caracterização do sistema de produção de leite predominante no sudeste paraense. Documentos no. 142. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental.). Belém, Brasil. 30 p.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management science into practice. Nueva York. Longman, 211 p.
- Holmes, C. W. 1995. Produção de leite a baixo custo em pastagem: Uma análise do sistema neozelandês. En: Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro, 2. Anais... Piracicaba, Brasil. p. 69-122.
- Lascano, C. E. 1995. Componentes forrajeros de comportamiento reconocido em sistemas de producción. En: Informe Bianual 1994-1996. Documento de trabajo no. 153. CIAT-Programa de Forrajes Tropicales, Cali, Colombia. p. 8-1-13.
- _____; Holmann, F.; Romero, C. H.; e Argel, P. 2002. Advances in the utilization of legume-based feeding systems for milk production in sub-humid tropical region. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Anais... Recife, Brasil. p. 43-59.
- Leal, J. A. 1995. Utilização intensiva de pastagem para produção de leite. Subprojeto no. 06.094.203-10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa-CPAMN). Teresina, Brasil. 11 p.
- Martinez, R. O.; Ruiz, R.; Herrera, R. 1980. Milk production of cows grazing coast-cross-1, bermuda grass (*Cynodon dactylon*). I. Different concentrate supplementation levels. Cuban J. Agric. Sci. 14:225-232.
- Minson, D. J.; McLeod, M. N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. En: International Grassland Congress 9^a. Proceedings. Surfers-Paradise, Queensland. p. 719.
- Mott, G. O. 1980. Evaluating forage production. En: Heath, M. E.; Metcalfe, D. S.; Barnes, R. F. (eds.). Forages. Iowa State University Press, p. 126-135.
- NRC (National Research Council). Committee on Animal Nutrition. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 6^a ed. (Revised). National Academy Press, Washington, D.C. 157 p.
- Pereira, W. L. 1998. Dinâmica da matéria orgânica e fertilidade de solos sob pastagens plantadas. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, Brasil. 109 p.
- Sarmiento, C. M. B.; Veiga, J. B. da; Costa, N. A. da; Simão Neto, M.; Alves, L. N. 1997. Avaliação de um sistema de pastejo intensivo em pastagem de cv. Tobiatã (*Panicum maximum*, Bra 001503). En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Anais. Juiz de Fora, Brasil. p. 267-269.
- Simão Neto, M.; Veiga, J. B. da e Moura Carvalho, L. O. de. 1992. Capim Tobiatã: Nova opção para capineira. Recomendações Básicas no. 20. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU), Belém, Brasil. 3 p.
- Teixeira, E. I.; Mattos, W. R.; Camargo, A. C. de; Rosseto, F. A. e Teixeira, C. S. 1999. Avaliação de produção e utilização de uma pastagem de capim tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) sob pastejo rotacionado. Scientia Agrícola 56(2):349-355.
- Tilley, J. A. e Terry, R. A. 1963. Two-stages techniques for in vitro digestion of forrages crops. J. Anim. Sci. 18(2):104-111.
- Tinnimit, P. e Thomas, J. W. 1976. Forage evaluation using various laboratory techniques. J. Anim. Sci. 43(5):1059-1065.
- Veiga, J. B. da; Mott, G. O.; Rodrigues, L. R. de A. e Ocumpaugh, W. R. 1985. Capim- elefante anã sob pastejo. 1. Produção de forragem. Pesq. Agrop. Bras. 20(8):929-936.
- _____; 1995. Reabilitação de áreas de pastagens degradadas. En: Simpósio sobre Manejo e Reabilitação de Áreas Degradadas e Florestas Secundárias na Amazônia. 1993. Santarém, PA. Anais. Instituto Internal de Floresta Tropical/USDA-Serviço Floresta/Belém, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU), Rio Piedras, Brasil. p. 193-2002.
- Vilela, D. e Alvim, M. J. 1996. Produção de leite em pastagem de *Cynodon dactylon*, (L.) Pers., cv. Coast-cross. En: Workshop sobre o Potencial Forrageiro do gênero *Cynodon*, Anais... Juiz de Fora, Brasil. (Embrapa-CNPGL). p. 77-91.
- _____. 1998. Intensificação da produção de leite. 1. Estabelecimento e utilização de forrageiras do gênero *Cynodon*. Documentos no. 68. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Juiz de Fora, Brasil. 35 p.

Produtividade e índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e tensões hídricas*

K. R. A. Marcelino**, G. G. Leite***, L. Vilela, J. M. da S. Diogo[†] e A. F. Guerra***

Introdução

A estacionalidade na produção forrageira é um dos principais fatores que contribuem para que ocorram baixos índices produtivos nos rebanhos bovinos na região do Cerrado do Brasil. Para aumentar o potencial de produção animal torna-se necessária a introdução de espécies forrageiras mais produtivas e a adoção de algumas práticas de manejo, dentre elas, a adubação e irrigação. A introdução de gramíneas africanas vem sendo utilizada nesta região, sendo que as espécies mais utilizadas são do gênero *Brachiaria*. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em razão da sua alta produção de forragem e resistência às cigarrinhas das pastagens, foi amplamente difundida no Brasil, sendo recomendada para solos de média à boa fertilidade (Embrapa-Cnpq, 1984).

A utilização da adubação em pastagens, principalmente a nitrogenada, apresenta grande influência sobre a produção de novas células (Skinner e Nelson, 1995), melhorando a eficiência fotossintética e a redistribuição prioritária do carbono para a formação da parte aérea. Isso resulta em maior área fotossintetizante e a disponibilidade imediata desse elemento após o corte, aumenta o perfilhamento e eleva o índice de área foliar (IAF), (Nabinger, 1997). O aumento do IAF é descrito como a relação entre a área foliar e a área de solo que essas folhas ocupam, possibilitando um melhor entendimento das relações entre a interceptação de luz e o acúmulo de forragem.

Um maior IAF proporciona um aumento da luz interceptada, no entanto, o aumento demasiado provocará o auto-sombreamento, acarretando a diminuição na taxa fotossintética média por unidade de área foliar, o que ocorre em razão da maior resistência imposta pelos estômatos e mesófilo foliar à absorção do CO₂ (Gomide, 1994). Porém, a eficiência da absorção de nitrogênio pela planta em níveis elevados é dependente de umidade proveniente das chuvas ou da irrigação (Vilela e Alvim, 1998). Todavia, a deficiência hídrica influencia todos os processos de crescimento das plantas provocando mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, sendo que os efeitos dependem do tipo de planta e do grau de duração da deficiência hídrica (Kramer, 1983). A primeira estratégia da planta para se adaptar as condições de estresse hídrico é a redução da parte aérea em favor das raízes, levando a uma limitação na capacidade de competir por luz, pela diminuição da área foliar (Nabinger, 1997).

A adubação nitrogenada associada à irrigação vem sendo adotada na região do Cerrado, entretanto, existem poucas informações sobre o comportamento regional das gramíneas, quando são adubadas e irrigadas. Este trabalho objetivou verificar a influência de diferentes níveis de nitrogênio e tensões hídricas no solo sobre a produção de forragem, a taxa de produção de matéria seca (MS) e índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada na região do Cerrado.

Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no período março de 2000 a janeiro de 2001 em um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), em Planaltina (DF),

* Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

** Estudante de Doutorado, Departamento de Zootecnia da FV, Universidade Federal de Viçosa-MG.
(kramarcelino@yahoo.com.br)

*** Pesquisadores da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF.
Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Brasil, localizada a 1000 m.s.n.m., 15° 35' 30" de latitude Sul e 47° 42' 30" de longitude Oeste. Os dados referentes à temperatura do ar são apresentados na Figura 1. A precipitação pluviométrica total do período experimental foi de 799.5 mm, e as temperaturas médias máxima e mínima foram de 28° C e 16° C, respectivamente.

A análise do solo, na camada de 0 a 20 cm, apresentou as seguintes características químicas: $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 5.4$; $\text{Al} = 0.03 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $\text{Ca} + \text{Mg} = 4.58 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $\text{K} = 373 \text{ mg}/\text{dm}^3$; $\text{P} = 60 \text{ mg}/\text{dm}^3$; $\text{H} + \text{Al} = 4.94 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, matéria orgânica = 24.6 g/dm³ e saturação por bases = 53%.

Os tratamentos consistiram de quatro tensões hídricas (35, 60, 100 e 500 kPa) e cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha) em parcelas estabelecidas com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, plantadas em novembro de 1999. A fonte de nitrogênio utilizada foi uréia, parcelada em quatro aplicações em março, maio, agosto e novembro (Tabela 1). A adubação de plantio constou de 40 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simple e, a de manutenção com 400 kg/ha da fórmula 00-25-25, aplicados após 6 meses.

Utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. Cada bloco foi composto de quatro parcelas, onde foram testadas as tensões hídricas e nas subparcelas as doses de nitrogênio (N).

A irrigação foi realizada por microaspersão com vazão de 0.28 l/seg. Após a emergência das plântulas, foram instalados tensiômetros nas profundidades de 15, 30, 45, 60 e 75 cm e blocos de gesso a 15 e 30 cm. As leituras nos tensiômetros e nos blocos eram feitas diariamente pela manhã. O momento de irrigação foi determinado quando a tensão de água no solo, na profundidade de 15 cm, atingiu os valores correspondentes a cada tratamento, estabelecendo-se dessa forma, as lâminas brutas de água para irrigação para a camada de 0 a 35 cm.

Após o corte de uniformização (16/03/00), as parcelas foram submetidas a cinco cortes. As datas de corte, lâmina de água aplicada, frequência média de irrigação e variações climáticas (insolação e precipitação) em cada período, são apresentadas na Tabela 2.

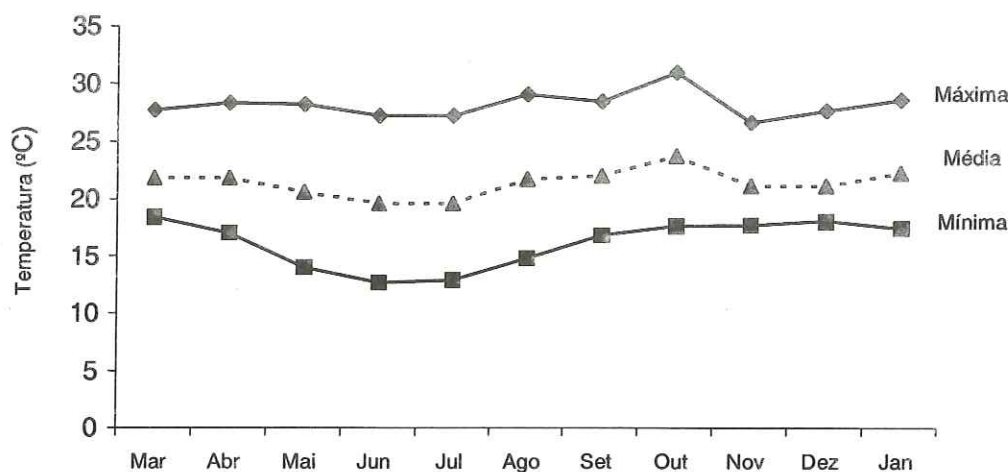


Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas (média mensal) durante o período experimental.

Tabela 1. Datas de aplicação e quantidades (doses) de nitrogênio aplicadas.

Datas	Doses de N (kg/ha)				
	0	45	90	180	360
29/03/00	0	7.5	15	30	60
31/05/00	0	7.5	15	30	60
16/08/00	0	15	30	60	120
01/11/00	0	15	30	60	120

Tabela 2. Datas de corte, insolação total, temperatura média, precipitação pluviométrica total e quantidade total de água fornecida durante o período experimental.

Data do corte	Insolação (h)	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Água fornecida (mm)			
		Máxima	Média	Mínima		35 kPa	60 kPa	100 kPa	500 kPa
16/03/00									
25/05/00	594.2	28.28	16.54	21.61	95.8	141.5 (9) ^a	124.8 (13)	104.4 (21)	41.1 (50)
09/08/00	705.8	27.44	12.76	19.72	1.7	206.9 (7)	184.0 (9)	169.5 (14)	123.0 (21)
20/09/00	321.7	28.86	16.20	21.97	94.0	62.2 (12)	94.0 (14)	63.1 (15)	80.2 (16)
29/11/00	440.7	28.77	17.34	22.43	348.1	129.5 (11)	129.0 (13)	132.1 (16)	80.7 (30)
10/01/01	197.1	27.74	18.36	21.95	259.9	38.0 (21)	0	0	0
Total	2259.5				799.5	578.1	531.8	469.5	325.0

a. Valores entre parênteses referem-se à frequência média de irrigação em dias.

Foram avaliadas a produção de MS, taxa de produção de matéria seca (TPMS) e IAF. A MS correspondeu à forragem cortada a 10 cm do solo, em dois quadrados de 50 cm de lado, dispostos aleatoriamente em cada unidade experimental de 4 x 5 m. Mediante as produções de MS em cada período, foram calculadas as taxas de acúmulo, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$TPMS = (MS_2 - MS_1) / (t_2 - t_1).$$

onde,

MS₁ e MS₂ é a matéria seca colhida em dois tempos sucessivos, t₁ (tempo inicial) e t₂ (tempo final).

O IAF foi determinado através de leituras tomadas em todas as parcelas antes do corte, utilizando-se um medidor de área foliar LAI - 2000 (LI-COR). Foram tomadas medidas de radiação interceptada, utilizando-se ainda um fator de correção (4.31), devido aos índices subestimados pela sobreposição de folhas. O fator foi obtido por intermédio dos índices de um integrador de área foliar Hayashi Denkoh (modelo AA-C400) em comparação aos obtidos com o aparelho LAI - 2000. No período de 16/03 a 25/05 não foi determinado o IAF.

Nas análises de variância utilizou-se o aplicativo Statistical Analysis System, sendo feitas comparações de médias pelos testes 't' Student e Tukey. Para o ajuste de equações de regressão utilizou-se o aplicativo Sigma Plot.

Resultados e discussão

A produção total de MS em relação às doses de N, foi avaliada para cada uma das tensões hídricas testadas (Figura 2). A maior produção (27.9 t/ha de MS) foi

obtida na tensão hídrica de 60 kPa e na máxima dose de N (360 kg/ha) enquanto que, a menor produção (17.9 t/ha de MS) foi encontrada na tensão de 100 kPa e sem adubação nitrogenada. Não se verificou efeito ($P > 0.05$) das doses de N na tensão hídrica de 35 kPa (Figura 2), sendo que as produções foram de 24.9, 26.1, 26.7, 25.3 e 26.5 t/ha de MS, entretanto observou-se maior produção nas doses 45 e 90 kg/ha de N e sem N, em relação às outras tensões.

Houve resposta linear ($P < 0.01$) para doses crescente de N, proporcionando aumento na produção de MS na tensão hídrica de 60 kPa (Figura 2). Aumentos lineares na produtividade no capim cv. Marandu em resposta a doses crescentes de N também foram reportados por Alexandrino et al. (2000). Considerando as produções elevadas de MS seca, a eficiência no uso de N de 17.7 (MS, kg)/(N, kg) aplicado, encontra-se próxima à observada por Paulino et al. (1995) que obtiveram aumentos na produção de MS de *Brachiaria decumbens* de 19.8 (MS, kg)/(N, kg) aplicado na forma de uréia.

Nas tensões hídricas de 100 e 500 kPa (Figura 2) as maiores produções foram obtidas na dose de 360 kg/ha de N (25.9 e 25.9 t/ha de MS, respectivamente). Entretanto, as respostas as doses de N aplicadas foram assintóticas, apresentando limitação na utilização do N em doses mais elevadas. Na tensão de 100 kPa, com a aplicação de 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N, observou-se aumentos respectivos (%) de: 13.5, 21.5, 21.1 e 29.8 na MS produzida. Na tensão de 500 kPa, o aumento da produção nas doses de 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N em relação ao tratamento sem N, foi (%) de: 13, 18.7, 21.1 e 27.8, respectivamente. Isto pode ser atribuído à redução no aproveitamento do N aplicado em condições de déficit hídrico.

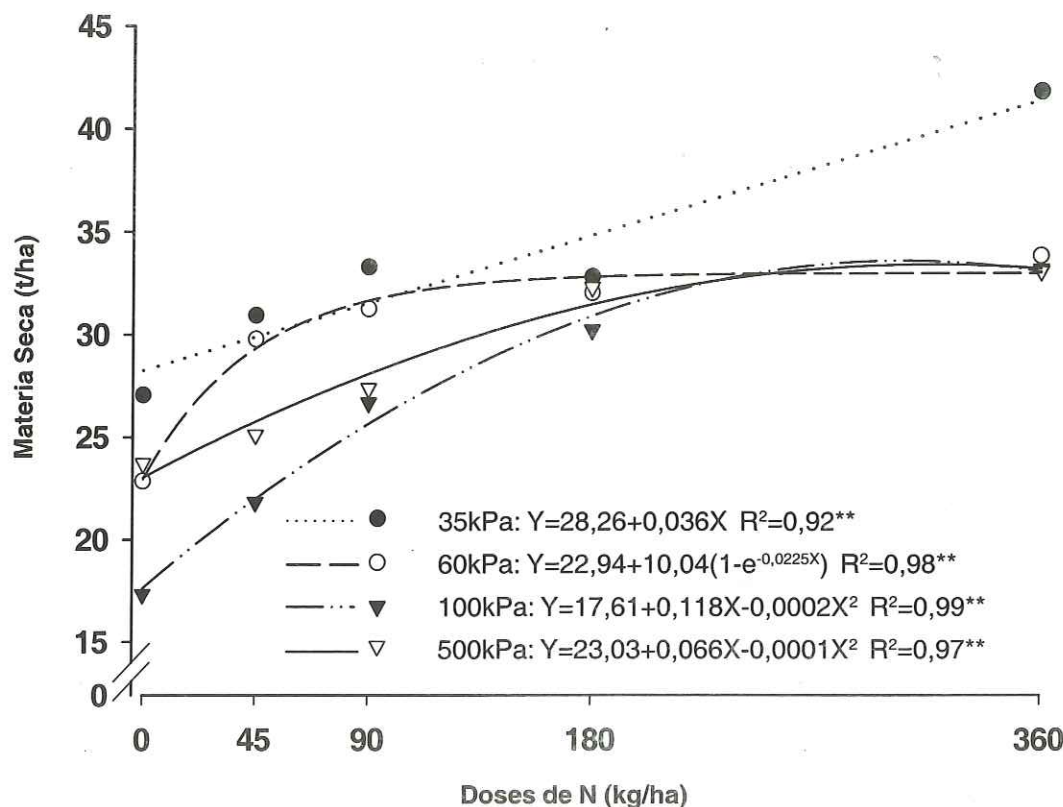


Figura 2. Produção de matéria seca (t/ha) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, por tensões hídricas em diferentes doses de nitrogênio.

Paulino et al. (1995) observaram redução na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com 100 kg/ha de N, quando submetida à deficiência hídrica. Eles não recomendam o uso de N sem o fornecimento de água. Trabalhos realizados com milho, mostram maiores produções de MS com elevação nas doses de N e com tensões variando entre 33 e 100 kPa. Porém, apenas doses acima de 180 kg/ha de N aumentam a produtividade sob tensões hídricas menores, sendo que tensões elevadas ocasionam redução na produtividade (Guerra et al., 1997). Trabalhos com *Cynodon dactylon* cv. Coastcross irrigado evidenciam aumentos na produção de MS até doses de 675 kg/ha de N na época chuvosa; entretanto, sem irrigação e no período seco, esses aumentos foram somente até a dose de 225 kg/ha de N (Fernandez et al., 1986).

A TPMS foi diferente ($P < 0.01$) entre os períodos de corte (Tabela 3). As menores TPMS foram verificadas no período de 26/05 a 09/08. Nesse período, as condições climáticas não foram favoráveis, com ocorrência de temperaturas baixas e a TPMS variou de 39.41 a 45.28 kg/ha por dia. Todavia, no período de 10/08 a 20/09 ocorreram maiores TPMS, variando de 120.57 a 157.31 kg/ha por dia. Isto pode

ser atribuído à influência de fatores climáticos, onde as baixas temperaturas e a luminosidade podem ter sido o fator limitante à produção. Houve diferença na TPMS em relação às doses de N ($P < 0.01$) e interação entre períodos de corte e doses de N aplicadas ($P < 0.05$). Entretanto, analisando-se o efeito das doses de N, verificou-se efeito de N no período de 10/08 a 29/11 (terceiro e quarto) (Figura 3).

No período de 21/09 a 29/11 as TPMS variaram de 96.38 a 135.70 kg/ha por dia e foram inferiores às observadas no período de 21/09 a 29/12 (121 a 157 kg/ha por dia). Este comportamento pode ser atribuído às temperaturas elevadas verificadas no período, bem como ao efeito das épocas de aplicação de N, que podem ter reduzido a eficiência na utilização do nutriente (Tabela 2). Herling et al. (1998) observaram aumento na TPMS do *Panicum maximum* cv. Colômbio com a elevação nas doses de N, com média de 81.9 kg/ha por dia sem adubação nitrogenada e 104.9 kg/ha por dia quando aplicaram 320 kg/ha de N. Paulino et al. (1995) trabalhando com *B. decumbens* cv. Basilisk também observaram resposta crescente à adição de N, entretanto não recomendam o uso de fontes nitrogenadas no período seco.

Tabela 3. Taxa de produção de matéria seca (kg/ha por diade *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos cinco períodos avaliados, nas doses de nitrogênio e tensões hídricas testadas.

Doses de N (kg/ha)	Períodos				
	16/03-25/05	26/05-09/08	10/08-20/09	21/09-29/11	30/11-10/01
	MS (kg/ha por dia)				
0	55.22	43.52	120.57	96.38	57.30
45	60.19	39.41	123.83	112.23	68.50
90	61.11	42.80	139.06	115.02	66.57
180	61.73	45.28	139.91	113.81	66.34
360	63.71	41.49	157.31	135.70	65.51
Média	60.39 C*	42.49 D	136.14 A	114.63 B	64.84 C
Tensão hídrica (kPa)					
35	65.79	43.61	143.68	131.71	65.76
60	55.78	43.57	128.37	134.47	76.43
100	60.48	44.16	131.83	94.41	52.74
500	59.53	38.66	140.67	97.91	64.46
Média	60.39 C	42.49 D	136.14 A	114.63 B	64.84 C

* Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

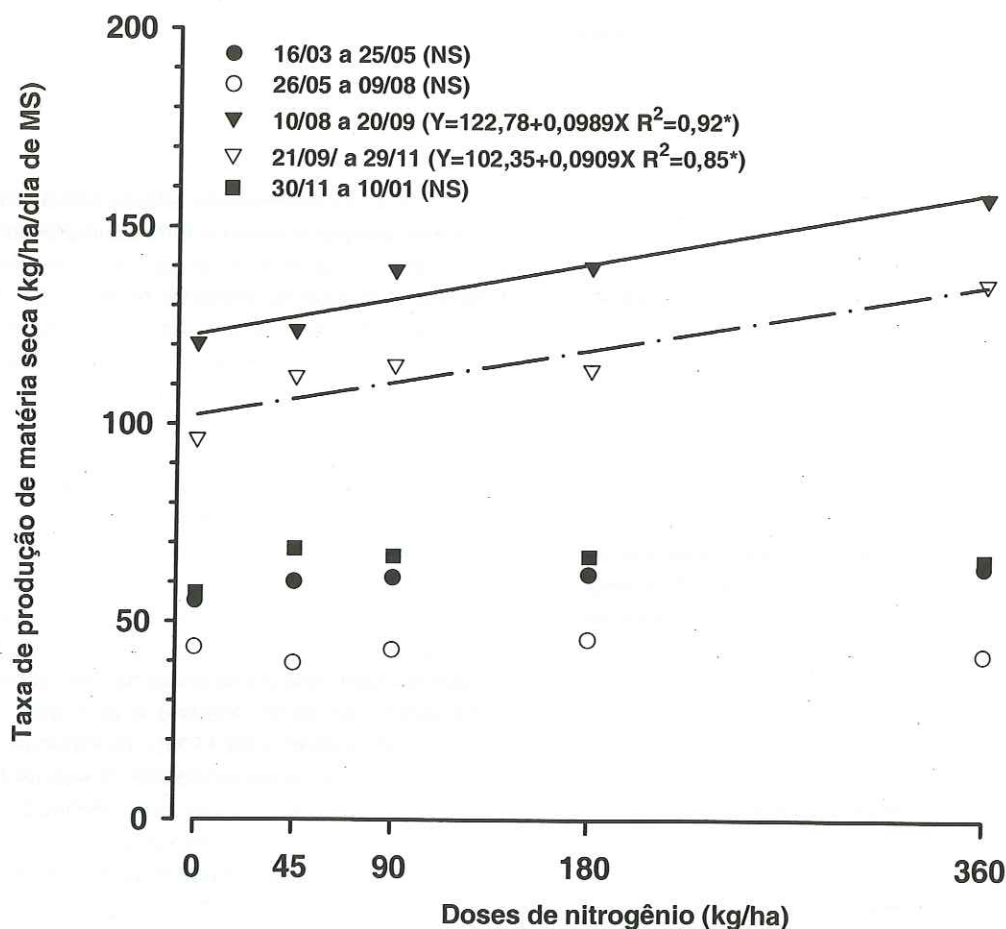


Figura 3. Taxa de produção de matéria seca (kg/ha por dia) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em diferentes doses de nitrogênio.

No período de 16/03 a 25/05 não houve resposta à aplicação de N (Tabela 1). A falta de resposta à aplicação de N foi, provavelmente, em razão da alta disponibilidade desse nutriente no solo. A extração de N no tratamento que não recebeu adubação com este nutriente foi de 107 kg/ha. A falta de adubação nitrogenada após o corte de 29/11 pode ter contribuído para redução das TPMS observadas no período de 30/11 a 10/01. Além disso, nesse período verificou-se menor insolação, prejudicando o desenvolvimento da gramínea.

No período de 26/05 a 09/08, além de não haver resposta à aplicação de N ($P > 0.05$), foram verificadas as menores taxas de crescimento sendo, respectivamente, 43.5, 39.4, 42.8, 45.3 e 41.5 kg/ha por dia, nas doses de 0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N (Tabela 3). Isso, provavelmente, ocorreu em consequência das condições climáticas ocorridas no período (temperaturas baixas), reduzindo os benefícios da irrigação e da adubação nitrogenada. A redução média na taxa de produção de MS, em relação à máxima obtida (10/08 a 20/09) foi de 73%.

Não houve resposta ($P > 0.05$) para as tensões hídricas, entretanto, no período de 21/09 a 29/11 observou-se tendência de maiores TPMS nas menores tensões (Tabela 3). França (1999) trabalhando com milho observou que redução da disponibilidade hídrica afetou a produção de MS.

Houve efeito ($P < 0.01$) de níveis de N sobre o IAF. Nas doses maiores de N houve elevação do IAF

médio, que variou de 8.58 a 10.97; nos tratamentos sem N e 360 kg/ha de N, respectivamente. Entretanto, nos cinco períodos verificou-se efeito ($P < 0.05$) somente no período de 21/09 a 29/11 (Tabela 4). Provavelmente essas diferenças na área foliar foram devido ao efeito benéfico do N sobre a expansão foliar, quando as condições de temperatura e luminosidade eram favoráveis. Queiroz (1982) encontrou variação de 3 a 10.8 no IAF do capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) na ausência de N e com 320 kg/ha de N, respectivamente.

Não houve efeito de tensão hídrica ($P > 0.05$) sobre o IAF nos períodos avaliados. Entretanto, observou-se tendência de maior IAF (10.18) na tensão de 100 kPa. Nabinger (1997) e Paulino et al. (1995) relatam redução do IAF em plantas submetidas a déficit hídrico. Trabalhos realizados com milho mostram que a ocorrência de déficit hídrico durante o estágio vegetativo afetam negativamente a evolução do IAF, mostrando comportamento diferenciado em função da disponibilidade hídrica (França 1999).

O IAF variou no período de 21/09 a 29/11 ($P < 0.01$), sendo maior nas doses de 90, 180 e 360 kg/ha de N, respectivamente. Isso pode ser atribuído às elevadas temperaturas e insolação, que proporcionaram maior perfilhamento. Além disso, neste período verificou-se o maior intervalo entre cortes (Tabela 2).

No período de 30/11 a 10/01 foram observados os menores IAF (Tabela 4), o que pode ser atribuídos à

Tabela 4. Índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro períodos avaliados, nas doses de nitrogênio e tensões hídricas testadas.

Doses de N (kg/ha)	Períodos				Médias
	26/05-09/08	10/08-20/09	21/09-29/11	30/11-10/01	
0	8.63	9.15	9.71 c*	6.82	8.58
45	8.80	10.33	11.15 bc	6.13	9.10
90	9.01	9.86	13.14 ab	7.48	9.87
180	8.93	10.69	12.79 ab	6.22	9.66
360	9.73	10.67	14.86 a	8.62	10.97
Média	9.02	10.14	12.33	7.05	9.64
Tensão hídrica (kPa)					
35	9.03	10.25	12.77	7.42	9.87
60	9.49	10.69	13.11	7.43	10.18
100	8.77	9.75	12.50	5.94	9.24
500	8.80	9.87	10.96	7.43	9.26
Média	9.02	10.14	12.33	7.05	9.64

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

baixa luminosidade e também ao menor intervalo entre cortes do período (42 dias), já que o aumento no período luminoso reduz progressivamente o nível de hormônios inibidores de crescimento presentes na planta. Provavelmente, com temperaturas elevadas houve reinício ou aceleração no desenvolvimento de gemas.

Conclusões

Maior produção de MS do *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi obtida quando solo foi mantido na tensão hídrica de 60 kPa e adubado com 360 kg/ha de N. As maiores taxas de produção de MS ocorreram durante os períodos com temperaturas do ar mais elevadas associados às tensões hídricas de 35 kPa e 60 kPa na dose de 360 kg/ha de N. O maior IAF foi obtido na dose de 360 kg/ha de N no período com maiores temperaturas.

Resumen

Entre marzo de 2000 y junio de 2001 en un Latossolo Vermelho Escuro arcilloso de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), em Planaltina (DF), Brasil, localizada a 1000 m.s.n.m., 15° 35' 30" de latitud sur y 47° 42' 30" de longitud oeste, se realizó un trabajo con el objeto de evaluar la respuesta en producción de MS, tasa de producción de MS (TPMS) e índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cuando se sometió a los niveles de tensión hídrica 35, 60, 100 e 500 kPa y a la aplicación de 45, 90, 180, 360 kg/ha más un testigo sin N, en un diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas y tres repeticiones. La mayor producción de MS (27.9 t/ha) se obtuvo con la tensión hídrica de 60 kPa y 360 kg/ha de N, lo que fue equivalente a 11.7 kg de MS por kg de N aplicado. La menor producción de MS (17.9 t/ha) ocurrió con una tensión de 100 kPa sin aplicación de N. En el período 10/08 a 29/11 se observaron las mayores TPMS (94.4 a 157.3 kg/ha por día) y las mejores respuestas a la aplicación de N, por el contrario, en el período 26/05 a 09/08 se observaron las menores TPMS (38.7 a 45.3 kg/ha por día) debido, posiblemente, a las bajas temperaturas que ocurrieron en esta época. No se observaron diferencias en la TPMS por efecto de las tensiones hídricas incluidas en el estudio. En el período 21/09 a 29/11 el IAF varió entre 8.56 y 10.97 en las dosis de N evaluadas, siendo mayor en las dosis más altas. En los demás períodos no se observaron efectos del N ni de las tensiones hídricas sobre el IAF.

Summary

The response in DM production, rate of DM production (RDMP), and leaf area index (LAI) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu when submitted to four water tension levels (35, 60, 100, and 500 kPa) and five levels of N application (45, 90, 180, and 360 kg/ha) was evaluated at the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados) in Planaltina, located at 1000 m.a.s.l., 15° 35' 30" S latitude and 47° 42' 30" W longitude. The trial was carried out between March 2000 and June 2001 in a clayey Dark Red Latosol, using a randomized block design with split plots and three replications. The highest DM production (27.9 t/ha) was obtained with a water tension of 60 kPa and 360 kg N/ha, which was equivalent to 11.7 kg DM per kg N applied. The lowest DM production (17.9 t/ha) occurred with a water tension of 100 kPa without application of N. The highest RDMP (94.4-157.3 kg/ha per day) and the best response to N application from 10 August to 29 November; on the contrary, the lowest RDMP (38.7-45.3 kg/ha per day) was observed from 26 May to 9 August, possibly because of the prevailing low temperatures. Differences in RDMP due to the effect of the water tensions included in the study were not observed. From 21 September to 29 November, the LAI ranged between 8.56 and 10.97 at the N rates evaluated, being highest in the highest application rates. No effects of N or water tension on LAI were observed in the other periods.

Referências

- Alexandrino, E.; Nascimento Jr., D.; Mosquim, P. R.; Regazzi, A. J.; Fonseca, D. M. Da; e Souza, D. de P. 2000. Efeito de três doses de nitrogênio sobre as características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 37. Viçosa, MG. Anais...Viçosa. p. 87.
- Embrapa-Cnpq (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisa dos Cerrados). 1984. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande. Documentos, 21. 31 p.
- Fernandez, D.; Gomez, I.; e Paretas, J. J. 1986. Fertilización nitrogenada en bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) sobre suelo pardo tropical. Pastos y Forrajes 6(1):27-49.
- França, S.; Bergamaschi, H.; e Rosa, L. M. 1999. Modelagem do crescimento em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. Rev. Brasil. Agrometeor. 7(1):59-66.

- Gomide, J. A. 1994. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. En: Pastagens, Fundamentos da Exploração Racional. 2ª. Ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 1-14.
- Guerra, A. F. e Antonini, J. C. dos. 1997. Irrigação suplementar para a cultura de soja. En: Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1991 a 1995. p. 99-100.
- Herling, V. R.; Jantalia, C. P.; Piazz, C.; Suda, C. H.; Luz, P. H. De; e Lima, C. G. 1998. Determinação da matéria seca disponível do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jack. cv. Mombaça) sob pastejo. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 35, Anais... Botucatu. p. 530-532.
- Kramer, P. 1983. Water relations of plants. New York. Academic Press. 489 p.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 13. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 15-95.
- Paulino, V. T.; Beisman, D. A.; e Ferreri, E. Jr. 1995. Fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período da seca. Pastures Tropicales, 17(2):20-24.
- Queiroz, D. S. 1982. Efeito da frequência de cortes, da adubação de reposição e do espaçamento sobre a produtividade e o valor nutritivo do capim Jaraguá *Hyparrhenia rufa*. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação (MS) Viçosa/MG. 48p.
- Skinner, R. H. e Nelson, C. J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Sci.35(1):4-10.
- Vilela, D. e Alvim, J. M. 1998. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. En: Manejo de pastagens de Tifton, Coast-cross e Estrela, 15. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 23-54. 1998.

Aplicação de fósforo em Latosolo Vermelho distroférico no estabelecimento das gramíneas cvs. Mombaça, Marandu, Planaltina e Kazungula¹

E. E. Mesquita*, J. C. Pinto **, M. C. J. Belarmino**, A. E. Furtini Neto[†] e I. P. A. Santos***

Introdução

Os Latossolos da microbacia hidrográfica do Alto Rio Grande podem ser álicos, distróficos e eutróficos. Os solos distróficos são profundos, de textura argilosa, fortemente ácidos, com saturação por bases (V) e por alumínio menor que 50%, e apesar de apresentarem baixa fertilidade natural, podem ser aproveitados para a agricultura com utilização racional de adubos e corretivos (Naime, 1994) e, também, para o estabelecimento de espécies forrageiras mais produtivas. Esses Latossolos assumem uma particularidade que é a necessidade de aplicação de várias vezes a quantidade exigida pela planta, pois parte do P aplicado torna-se momentaneamente indisponível às plantas, pois pode ser adsorvido e, ou, precipitado, em formas menos solúveis.

A deficiência de P nesses solos é por demais conhecida, assim a aplicação desse nutriente, prontamente solúvel, é de suma importância para o desenvolvimento radicular e perfilhamento (Hoofmann et al., 1995) os quais garantem bom estabelecimento e maior capacidade perfilhamento da forrageira, propiciando altas produções de matéria seca (MS) e de melhor valor nutritivo. Em sistemas intensivos de produção de forragem com espécies mais exigentes são necessários a identificação de doses adequadas de P e a recomendação da espécie apropriada para cada tipo de solo.

Na prática, é comum estabelecimentos de espécies forrageiras em solos com baixa disponibilidade de P, sem a devida aplicação desse nutriente culminando com baixa produção de matéria seca (MS) e baixo perfilhamento. Vários autores (Santos Jr., 2000; Pereira et al., 1997; Hoofmann et al., 1995; Corrêa e Haag, 1993; Guss et al., 1990; Fonseca et al., 1988; Meirelles et al., 1988) registraram aumentos nas densidades de perfilhos e produções de MS de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf, *Panicum maximum* Jacq. *Brachiaria brizantha* Stapf e *Andropogon gayanus* Kunth mediante a aplicação de P. A resposta à aplicação de P normalmente distribui-se em função quadrática, atingindo-se um ponto de máximo. Assim, é possível determinar o teor crítico de P no solo, que é definido como o teor mínimo recuperado por um extrator químico suficiente para a obtenção do crescimento máximo ou 90% desse crescimento. Entretanto, teores críticos de P no solo variam de espécie para espécie e de solo para solo (Hoffmann et al., 1995; Guss et al., 1990) e até mesmo de cultivar para cultivar e, também, são obtidos de experimentos de casa de vegetação, impossibilitando a extrapolação para o campo.

Para complementar o estudo realizado em casa de vegetação, realizou-se este trabalho, cujos objetivos foram determinar os teores críticos e as doses críticas de P para obtenção de 90% da máxima produção e do máximo perfilhamento no estabelecimento de *P. maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Marandu, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Setaria anceps* cv. Kazungula em Latossolo Vermelho distrófico (LVd), fim de recomendar a espécie mais apropriada.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área pertencente ao Departamento de

¹ Apoio MCT/CNPq
* Bolsista do CNPq, Recém-Doutor, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil (MG).
** Professor do Departamento de Zootecnia da UFLA, Brasil (MG). Bolsista do CNPq.
† Professor do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Brasil (MG). Bolsista do CNPq.

Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, no município Lavras (MG), localizado geograficamente na microbacia hidrográfica do Alto Rio Grande. O clima da região enquadra-se no tipo Cwb da classificação de Koppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A precipitação anual média é de 1493 mm, com temperaturas médias de máxima e mínima de 26 e 14.6 °C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979). As amostras de solo (Latossolo Vermelho distroférrico) foram retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade e apresentaram as seguintes características físico-químicas:

pH_{água (1:2.5)} = 5.5;
 $P_{\text{(Mehlich-1)}}$ = 0.9 mg/dm³;
 $P_{\text{remanescente}}$ = 7.0 mg/dm³;
 $K_{\text{(Mehlich-1)}}$ = 19.0 mg/dm³;
 $Ca_{\text{(KCl 1 mol/lit)}}$ = 2.0 cmol_c/dm³;
 $Mg_{\text{(KCl 1 mol/lit)}}$ = 0.5 cmol_c/dm³;
 $Al_{\text{(KCl 1 mol/lit)}}$ = 0.1 cmol_c/dm³;
 $H + Al_{\text{(acetato de cálcio - 0.5 mol/lit)}}$ = 3.6 cmol_c/dm³;
 SB (soma de bases) = 2.5 cmol_c/dm³;
 t (CTC efetiva) = 2.7 cmol_c/dm³;
 T (CTC a pH 7) = 6.2 cmol_c/dm³;
 V (saturação por bases) = 41.5%;
 matéria orgânica = 2 dag/kg;
 m (saturação por alumínio) = 4.5%;
 Textura_(Bouyoucos) = areia 20%, silte 28% e argila 52%.

O solo foi corrigido com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases em 60%, em quantidades calculadas de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (4 x 5), consistindo de cinco doses de P (0, 40, 80, 120 e 240 kg/ha de P₂O₅) sob a forma de superfosfato triplo (42% de P₂O₅; 12% de CaO), quatro espécies forrageiras (*P. maximum* Jacq. cv. Mombaça, *B. brizantha* (A. Rich) Stapf cv. Marandu; *A. gayanus* Kunth cv. Planaltina e *S. anceps* cv. Kazungula) e quatro repetições, totalizando 80 parcelas. Cada parcela, de 20 m² (5 x 4 m), foi sulcada com espaçamento de 0.40 m entre sulcos e adubadas com 60 kg/ha de K₂O, procedeu-se, em seguida, a semeadura das espécies. Decorridos 15 dias, determinou-se o P disponível extraído com os extratores Mehlich-1 (HCl 0.05 mol/lit + H₂SO₄ 0.0125 mol/lit, na relação 10 cm³ de terra fina seca ao Ar:100 ml extrator, 5 min de agitação e decantação por 16 h) e Resina trocadora de ânions. A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a semeadura com 50 kg/ha de N e 60 kg/ha de K₂O. As amostras de forragem foram secas à temperatura de 65° C até peso constante em estufa com ventilação forçada, para obtenção da estimativa da produção de MS. O número

de perfilhos foi contado em um quadrado de 0.04 m², lançado aleatoriamente na área útil da parcela.

A partir as equações de regressão quadráticas entre a produção de MS da parte aérea e as doses de P aplicadas, estimou-se a dose crítica de P para obtenção de 90% da máxima produção de cada espécie. Substituindo a dose crítica de P na equação de regressão linear entre as doses de P aplicado e o P recuperado pelo extrator Mehlich-1, estimou-se o teor crítico de P no solo. Similarmente, identificou-se o teor crítico de P para obtenção de 90% do máximo perfilhamento.

Os efeitos de doses de P foram analisados ajustando-se equações de regressão e as espécies forrageiras tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey (P < 0.05).

Resultados e discussão

A aplicação de doses crescentes de P (X em kg/ha de P₂O₅) incrementaram, de forma linear, os teores de P disponível no solo (vmg/dm³ = -3.5615 + 0.199599X, R² = 0.98), extraído com Mehlich-1 (HCl 0.05 mol/lit + H₂SO₄ 0.0125 mol/lit). O solo apresentou teor de argila alto (52%), fato que associado a outros fatores tal como a presença elevada de óxidos de ferro e de alumínio, favoreceu a adsorção e, ou, precipitação do P aplicado.

A aplicação de P elevou de forma quadrática a produção de MS e o número de perfilhos das espécies forrageiras (Tabela 1), evidenciando a importância da aplicação P nesse solo para o estabelecimento das gramíneas estudadas.

Verifica-se (Tabela 1) um maior coeficiente angular na equação obtida para estimar a produção de MS do capim-cv. Mombaça, demonstrando maior potencial de resposta ao P.

Observa-se na Tabela 2 que a produção de MS variou entre as espécies. Na dose zero de P as produções de MS das forrageiras foram reduzidas, nessa condição, cv. mombaça e cv. Marandu foram os capins que apresentaram maior potencial de produção de MS. Isto também se confirmou com aplicação de P, porém, verifica-se que na dose mais baixa de P as diferenças foram menores, enquanto que nas doses mais altas essas diferenças se acentuaram. Na dose de 40 kg/ha de P₂O₅ o capim cv. Mombaça produziu cerca de 75% a mais do que o cv. Planaltina, e na dose de 120 kg/ha esse incremento foi de 304%. O número de perfilhos é considerado importante componente da produção das forrageiras, todavia quando este é muito elevado pode resultar na emissão

Tabela 1. Produção de matéria seca (kg/ha, v1) e número de perfilhos (no./0.0625 m², v2) como variáveis dependentes de doses de fósforo (P₂O₅ em kg/ha, X) para o estabelecimento das gramíneas em Latossolo Vermelho distrófico.

Gramíneas	Variáveis	Equações	R ²
cv. Mombaça	MS	$Y1 = 1.715.87 + 179.83X - 0.657875X^2$	0.94
	Perfilhos	$Y2 = 25.60 + 0.257746X - 0.000968X^2$	0.73
cv. Marandu	MS	$Y1 = 2.958.91 + 57.09X - 0.211373X^2$	0.92
	Perfilhos	$Y2 = 19.90 + 0.30937X - 0.001034X^2$	0.97
cv. Planaltina	MS	$Y1 = 1.344.08 + 39.17X - 0.147099X^2$	0.60
	Perfilhos	$Y2 = 17.30 + 0.31888X - 0.001110X^2$	0.98
cv. Kuzungala	MS	$Y1 = 1.891.74 + 70.84X - 0.28372X^2$	0.72
	Perfilhos	$Y2 = 28.05 + 0.2440X - 0.000942X^2$	0.57

Tabela 2. Produção de matéria seca da parte aérea, número de perfilhos (NP) e altura de perfilhos das gramíneas nas diferentes doses de fósforo.

Gramínea	P ₂ O ₅ (kg/ha)				
	0	40	80	120	240
MS (kg/ha)					
cv. Mombaça	1790 ab	6982 a	13745 a	12,662 a	7092 a
cv. Marandu	2865 a	4805 bc	6845 b	6225 b	4550 b
cv. Planaltina	607 b	3970 c	3615 c	3137 d	2425 c
cv. Kuzungula	875 b	5882 ab	6290 b	4925 c	2790 c
NP (perfilhos, no./0.04 m ²)					
cv. Mombaça	23.0 a	37.2 b	44.5 a	37.0 a	32.5 a
cv. Marandu	18.7 a	33.0 b	37.2 b	41.5 a	34.7 a
cv. Planaltina	18.2 a	26.2 c	36.5 b	40.0 a	29.7 a
cv. Kuzungula	22.2 a	47.5 a	39.7 ab	39.2 a	33.5 a
AP (cm)					
cv. Mombaça	52.5 ab	102.5 a	165.0 a	133.7 a	138.0 a
cv. Marandu	31.2 c	63.0 b	124.5 b	126.7 a	128.7 ab
cv. Planaltina	38.7 bc	96.2 a	111.2 b	83.7 b	80.0 c
cv. Kuzungula	58.2 a	105.0 a	124.2 b	118.0 a	117.5 b

* Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05). DMS = 1219.8.

de perfilhos menos vigorosos e, certamente, mais leves (Humphreys e Rivero, 1986). Entre as gramíneas, houve pouca variação no número de perfilhos, provavelmente, o aumento na produção de MS nas doses acima de 40 kg/ha de P₂O₅ decorreram da emissão de perfilhos mais vigorosos, especialmente na gramínea cv. Mombaça a qual apresentou maior altura de perfilhos (Tabela 2).

A maior dose crítica de P para produção de 90% da máxima produção de MS foi obtida para o cv.

Mombaça (Tabela 3). A diferença entre as DCMS desta gramínea para o cv. Marandu é de 13 kg/ha de P₂O₅, porém a diferença entre produções de MS representa 105% de acréscimo. As maiores doses críticas de P para se atingirem 90% do máximo perfilhamento foram obtidas para o cv. Marandu e cv. Planaltina (Tabela 3), entretanto, nessas condições, as diferenças entre número de perfilhos foram pequenas.

Tabela 3. Doses críticas de P para a produção de matéria seca (DCMS) e para o perfilhamento (DCPERF); teores críticos de P no solo para a produção de matéria seca (TCMS) e para o perfilhamento (TCPERF); e produção de matéria seca (MS) e número de perfilhos (NPERF), correspondentes a 90% da produção de MS e número de perfilhos máximos para o estabelecimento das gramíneas em Latossolo Vermelho distrófico.

Gramíneas	DCMS	DCPERF	TCMS (kg/ha de P_2O_5)	TCPERF (mg/dm ³ de P)	MS (kg/ha)	NPERF (no./0.04 m ²)
cv. Mombaça	91	63	15	9	12.604	38
cv. Marandu	78	87	12	14	6.136	39
cv. Planaltina	81	82	12	13	3.558	36
cv. Kazungula	77	58	11	8	5.682	39

Os teores críticos de P no solo, de maneira geral, diferem daqueles encontrados na literatura para *B. brizantha*, (Corrêa e Haag, 1993; Guss et al., 1990), *Panicum maximum* (Hoffmann et al., 1995; Corrêa e Haag, 1993) e *A. gayanus* (Fonseca et al., 1988). Diferenças entre valores são decorrentes da adubação com outros nutrientes, idade da planta, época de cultivo, época de amostragem etc. (Hoffmann et al., 1995). O capim-cv. Mombaça exigiu maior teor crítico de P no solo (15 mg/dm³) e o capim-setária o menor teor crítico (11 mg/dm³) para obtenção de 90% do máximo perfilhamento. Essa diferença (4 mg/dm³), aparentemente pequena, equivale a aplicação de 14 kg/ha de P_2O_5 , ou seja, cerca de 30 kg/ha de superfosfato triplo. Teores críticos de P, no Latossolo Vermelho-Escuro (LVd), textura argilosa, foram comparados com teores em Latossolo Vermelho-amarelo (LVAd), textura média e Neossolo Quartzarênico (NQ), textura arenosa, em estudo em casa de vegetação (Mesquita et al., 2002). No LVd os teores foram bem menores do que os teores encontrados nos demais solos, porém as doses críticas aplicadas para obtenção desses teores são mais elevadas, evidenciando a grande capacidade de adsorção do P nesse solo, pois o teor de argila

correlaciona diretamente com o teor de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, responsáveis pela fixação do P (Rao et al., 1996). De acordo com Novais e Smyth (1999) os extratores ácidos (Mehlich-1), quando utilizados na extração do P disponível, são passíveis de desgaste em solos argilosos resultando em menores teores críticos do que em solos arenosos.

Como a resposta às doses de P ajustou-se à função quadrática, com um ponto de máximo, optou-se por comparar a eficiência de uso do P (EUP) na menor dose de P_2O_5 (40 kg/ha) e na dose crítica de P_2O_5 (Tabela 4). Observa-se que, o capim cv. Mombaça apresentou a maior eficiência de uso e o cv. Planaltina a menor. Para todas as espécies, a EUP foi maior na dose crítica do que na menor dose aplicada. Houve maior acréscimo na EUP pelo capim-cv. Mombaça da dose. Isto demonstra que esta gramínea, embora, reconhecidamente mais exigente em P do que as demais espécies, é mais eficiente no uso do P no primeiro corte após o estabelecimento. Provavelmente, nos cortes subsequentes com o sistema radicular mais desenvolvido, ocorrerão menores diferenças entre as espécies na eficiência de uso do P. Guss et al (1990) não constaram diferenças entre as espécies *B. decumbens* e *B. brizantha* quanto à absorção e uso do P, associado a 90% da produção máxima. Entretanto, Corrêa e Haag (1993) verificaram, apenas no primeiro corte, uma superioridade do *P. maximum* quanto à eficiência de absorção e de uso do P em relação a *B. brizantha* e a *B. decumbens*. No segundo corte, a eficiência de absorção foi praticamente igual para as três espécies e quanto à eficiência de uso de P, a *B. decumbens* foi mais eficiente.

Conclusões

- Houve diferenças entre as espécies quanto à exigência em P. A aplicação de P favorece o estabelecimento do capim cv. Mombaça e propicia altas produções de MS.

Tabela 4. Eficiência de uso do P (Kg/ha de MS produzida/g de P aplicado) na menor dose e na dose crítica de P_2O_5 .

Gramíneas	Níveis do fator	
	Menor dose (40 kg/ha de P_2O_5)	Dose crítica (kg/ha de P_2O_5)
cv. Mombaça	0.45 (7.856)*	0.72 (12.604)
cv. Marandu	0.28 (4.904)	0.35 (6.136)
cv. Planaltina	0.15 (2.675)	0.20 (3.558)
cv. Kazungula	0.24 (4.271)	0.33 (5.682)

* Valores entre parêntesis representam as produções de MS estimadas pelas equações de regressão nas respectivas doses de P_2O_5 .

- No ano de estabelecimento, o capim cv. Planaltina e o capim-setária respondem à aplicação de P, porém a produção de MS é baixa.
- Na ausência de aplicação de P as forrageiras estudadas perfilham pouco e a produção de MS é limitada.
- Em Latossolos argilosos, em sistemas mais intensivos de produção de forragem, com aplicação de P e demais nutrientes, recomenda-se o estabelecimento do capim cv. Mombaça e do capim cv. Marandu.

Resumen

En casa de vegetación en el Departamento de Zootecnia de la Universidad Federal de Lavras, MG, Brasil, en un Latossolo distrófico rojo se evaluó el efecto de diferentes dosis de P (0, 40, 80, 120 y 240 kg/ha de P_2O_5) en la producción de MS de la parte aérea (MSPA), en el macollamiento y en la altura de macollas de las gramíneas cv. Mombaça (*Panicum maximum*), cv. Marandu (*Brachiaria brizantha*), cv. Planaltina (*Andropogon gayanus*) y cv. Kazungula (*Setaria anceps*) con el objeto de identificar los contenidos y las dosis críticas de P para obtener el 90% de la producción máxima de MS y del crecimiento de estos cultivares. Se utilizó un diseño de bloques al azar en factorial (5 x 4) con cuatro repeticiones. Las dosis crecientes de P elevaron de manera lineal los contenidos de $P_{Mehlich-1}$ disponible en el suelo. La producción de MSPA, el número y la altura de las macollas aumentaron de forma cuadrática en función de las dosis crecientes de P. Los contenidos críticos de P (mg/dm³, entre paréntesis) para alcanzar el 90% de la máxima producción de MSPA fueron: cv. Mombaça (15), cv. Marandu (12), cv. Planaltina (12) e cv. Kazungula (11), correspondiendo a las dosis críticas de 91, 78, 81 y 77 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente. Mombaça fue el cultivar más eficiente en el uso de P y el de mayor producción de MSPA.

Summary

The effect of different rates of P (0, 40, 80, 120, and 240 kg/ha of P_2O_5) on shoot DM production, tillering, and height of tillers of the grasses *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, and *Setaria anceps* cv. Kazungula was studied under greenhouse conditions at the Department of Zootechnics of the Universidade Federal de Lavras in Minas Gerais, Brazil. The experiment aimed to identify critical P

contents and application rates to obtain 90% maximum DM production and growth of these cultivars. A randomized block design was used in a 5 x 4 factorial with four replicates. Increasing P rates linearly increased the contents of available $P_{Mehlich-1}$ in the soil, a dystrophic red Latosol. Shoot DM production and the number and height of tillers increased quadratically in relation to increasing application rates of P. Critical P contents to reach 90% maximum shoot DM production were 15 mg/dm³ for cv. Mombaça, 12 mg/dm³ for cv. Marandu, 12 mg/dm³ for cv. Planaltina, and 11 mg/dm³ for cv. Kazungula, corresponding to critical application rates of 91, 78, 81, and 77 kg/ha of P_2O_5 , respectively. Mombaça was the cultivar that most efficiently used P and presented the highest shoot DM production.

Referências

- Corrêa, L. A. e Haag, H. P. 1993. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo Vermelho-Amarelo álico: Ensaio em casa de vegetação. *Scientia Agrícola*: 50(1):99-108.
- Fonseca, D. M.; Alvarez V. H.; Neves, J. C.; Gomide, J. A.; Novais, R. F.; e Barros, N. F. 1988. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. *Rev. Bras. Ci. Solo* 12:49-58.
- Guss, A.; Gomide, J. A.; e Novais, R. F. 1990. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 19(4):278-289.
- Hoffmann, J. A.; Faquim, V.; Guedes, G. A. e Evangelista, A. R. 1995. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região do noroeste do Paraná. *Rev. Bras. Ci. Solo* 19(1):233-243.
- Humphreys, L. R. e Riveros, F. 1986. Tropical pasture seed production. 3. ed. Roma. FAO, FAO plant production and protection paper no. 8. 203P.
- Meirelles, N. M. F.; Werner, J. C.; Abramides, P. L. et al., 1988. Nível crítico de fósforo em capim-colônio cultivado em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo. *Bol. Ind. Anim.* 45(1):215-232.
- Mesquita, E. E.; Cardoso, J. A.; Furtini Neto, A. E.; Belarmino, M. C. J.; e Santos, I. P. A. 2002. Teores críticos de fósforo no solo para o estabelecimento de capim-Mombaça e capim-Marandu. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002, Recife. Anais. SBZ. CD-ROM.
- Naime, J. U. 1994. Solos da área mineira do polígono das secas. *Rev. Inf. Agropec.* 17(181):10-15.

Novais, R. F. e Smyth, T. J. 1999. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 399 p.

Pereira, L. A.; Cecato, U.; Machado, A. O. et al., 1997. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção e rebrota do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu). En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais. SBZ. p. 151-153.

Santos Jr., J. D.; Kanno, T.; Macedo, M. C. et al. 2000. Efeito de doses de nitrogênio e fósforo na produção de madeira seca e no crescimento de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. Anais. SBZ. p. 85.

Rao, I. M.; Borrero, V.; e Ricaurte, J. 1996. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils 2. Differences in shoot and root growth responses to varying phosphorus supply and soil type. J. Plant Nutrition 19(2):323-352.

Vilela, E. A. e Ramalho, M. A. 1979. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática 3(1):71-79.

Response of *Arachis pinto* to inoculation with selected rhizobia strains in Brazilian Cerrado soils under field conditions¹

H. M. A. Purcino*, N. M. H. Sá**, M. C. M. Viana*, M. R. Scotti**, I. C. Mendes*** e M. A. T. Vargas^o

Introduction

The Cerrado soils in Brazil are often low in available nitrogen. A multiple purpose leguminous plant species adapted to these soils may have an important impact on pasture and crop productions by increasing nitrogen availability in this ecosystem through biological nitrogen fixation.

Among the leguminous plants evaluated for its utilization in the Cerrado region is *Arachis pinto*, known as tropical white clover or forage peanut and considered a multiple purpose legume (Thomas, 1993; Hard, 1995) that can be utilized as forage associated with grasses, as soil cover in perennial crops and as green manure.

The genus *Arachis* is native to South America (Gregory et al., 1973). It ranges, geographically, from the Equator to 34° S and from the Atlantic coast to the eastern foothills of the Andes including semi-arid regions to areas that receive 2000 mm or more of rain annually (Elkan et al., 1981).

Arachis pinto is a promiscuous species nodulating with native rhizobia strains with abundant and apparently active nodules, although, these symbioses may be ineffective. (Pinto et al., 1999; Oliveira et al., 1996; Silvester-Bradley et al., 1988). It has been observed that *A. pinto* inoculated with selected strains has increased shoot weight and shoot nitrogen content when compared to uninoculated control (Purcino et al., 2000; Pinto et al., 1999; Silvester-Bradley et al., 1988). Strain BR 1405 recommended for *A. hypogaea* was not effective for *A. pinto* and strain CIAT 3101

recommended for *A. pinto* inoculation by Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia, was not effective in Cerrado soils (Purcino et al., 2000; Pinto et al., 1999). Since an increase in the *A. pinto* productivity and shoot quality will contribute to enhance its utilization in the Cerrado region, the objective of this work was to evaluate and select under field conditions, strains of rhizobia with high nitrogen fixing efficiency and adapted to these soils.

Materials and methods

Two field experiments were carried out in 1998. Experiment one was located at 19° 28' S and 45° 15' W, 732 m above sea level at EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), Sete Lagoas, Minas Gerais State, Brazil; whereas experiment two was conducted at Embrapa Cerrados, Brasília, DF, Brazil, placed at 15° 35' S and 47° 42' W, 1000 m above sea level. Average temperature is 21.9° C on both locations and average annual rainfall are 1350 and 1500 mm in the first and second location, respectively.

The soil physical analyzes of experimental areas showed that both soils were classified as clay soils and chemical analyzes results are presented on Table 1. The soil at EPAMIG was degraded and had been cultivated with corn for 10 years. At planting, this area was limed to elevate base saturation up to 40%. The Embrapa Cerrados experimental area had been previously cultivated with several leguminous plants. Before planting, both areas were fertilized with 50 kg/ha of a micronutrient mix FTE BR-12.

The experiments were carried out as a complete randomized block design with seven treatments (Table 2) replicated four times. Plots were 3 m long and consisted of four rows planted 0.50 m apart, with 10 seeds/m of *A. pinto* ecotype BRA 031143. The

¹ Research supported by FAPEMIG.

* EPAMIG/CTCO, Prudente de Morais, MG CEP 3575-000.

** UFMG/BOTÂNICA, Belo Horizonte, MG CEP 31270-901.

*** Embrapa Cerrados, Planaltina, DF CEP 73301-970.

Table 1. Soil chemical analyzes of experimental areas.

Location	pH	H + Al	Al	Ca	Mg	K	P	O.M.	Sat. Al.
		(meq/100 cc)				(ppm)		(ppm)	
EPAMIG	4.8	6.79	0.90	0.88	0.11	117	5	2.28	41
Embrapa-CPAC	5.5	5.30	0.14	2.10	0.40	80	11	3.00	5

Bradyrhizobium strains used in this study had been previously selected as effective for *A. pintoi* in greenhouse experiments (Purcino et al., 2000; Pinto et al., 1999) and their origin is described in Table 2.

Before planting, seeds of *A. pintoi* ecotype BRA 031143 were surface sterilized by soaking in a solution of 50% distilled water and 50% NaOCl at 2% of concentration for 8 min. Then, the seeds were rinsed eight times, dried at room temperature and inoculated with selected *Rhizobia* strains (Purcino et al., 2000; Pinto et al., 1999). The inoculants were prepared from pure culture of each strain, grown in yeast mannitol broth. Broth cultures were applied to sterilized peat (whose pH had been previously raised to 6.5 with CaCO_3) to reach about 50% moisture. The mixtures were allowed to mature at room temperature for 30 days. Plate counts showed 1.5×10^9 cells/g of peat and MPN counts 5×10^8 cells/g. Immediately before planting, the seeds were inoculated by preparing a peat slurry with a 25% sucrose sticker solution, at a rate of 1 kg of inoculant per 40 kg of seeds.

The plants in these experiments were clipped twice. The first cut occurred 115 days after germination (DAG) and the second, 9 months after the first one. Shoot dry matter productions were determined after drying in a forced air oven at 65° C until stable weight and shoot N content by Kjeldahl's method (Tedesco, 1978). Total N in the shoot was determined by the equation shoot dry matter x shoot N content. Data were submitted to analyses of variance and means

were ranked according to the Duncan's test at 0.05% level.

Results and discussion

At EPAMIG, the maximum and minimum average temperature were 30° C and 18° C, respectively, and rainfall was 923 mm, about 29% lower than the average of the last 20 years and it negatively influenced *A. pintoi* productions. In Brasilia, the maximum and minimum average temperature were 27.6° C and 16.5° C, respectively, and the average annual rainfall was 1269 mm, about 10% lower than the average of the last 28 years.

Although *A. pintoi* nodulates with native *Rhizobia* strains, seed inoculation with selected strains can enhance plant dry matter and nitrogen content in shoot in greenhouse experiments (Pinto et al., 1999; Purcino et al., 2000; Sylvester-Bradley et al., 1988). Similar results were found for this legume plant under Cerrado field conditions (Tables 3 and 4).

The effect of inoculation on shoot dry matter production, shoot N content and total shoot nitrogen for *A. pintoi* at the EPAMIG experimental farm in the first cut, 115 DAG, is presented on Table 3. Seed inoculation with strains MGAP13, NC230 and NC70 increased dry matter production by 62%, 47% and 26%, and total nitrogen by 62%, 61% and 38%, respectively, in relation to control treatments. In the second cut no significant differences among

Table 2. Treatments utilized and the origin of the strains.

Treatments	Origins
T 1 Control	Seeds without inoculation and no N fertilizer added to soil.
T 2 Nitrogen	N fertilizer added to soil (urea) equivalent to 60kg/ha divided in three applications.
T 3 Strain MGAP 13	Native to the Cerrado area of EPAMIG Experimental Farm and isolated from <i>A. pintoi</i> plant-nodule by Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil.
T 4 Strain CAT 3101	Isolated from Centrosema plant-nodule by CIAT, Colombia, and recommended as inoculant for <i>A. pintoi</i> .
T 5 Strain NC 70	All NC strains were collected in the centre of diversity of the genera <i>Arachis</i> in South America and belong to the Soil Microbiology Laboratory Collection of North Carolina State University, EUA.
T 6 Strain NC 229	—
T 7 Strain NC 230	—

Table 3. Effect of inoculation on shoot dry matter production, shoot N percent and total shoot N production of *Arachis pintoi* in a Cerrado area. 1st cutting. EPAMIG, Brazil. 1999.

Treatments	Dry matter		N on shoot (%)	N total on shoot	
	Kg/ha	% in relation to control		Kg/ha	% in relation to control
Control	6492 c*	—	2.58	167 c	—
Nitrogen	6497 c	0.7	2.76	179 bc	7
Strain MGAP13	10560 a	63	2.56	270 a	62
Strain CIAT3101	6368 c	-2	2.74	174 bc	4
NC 70	8172 ab	26	2.82	230 ab	38
NC 229	5413 c	-17	2.63	142 c	-15
NC 230	9523 ab	47	2.84	269 a	61
CV (%)	20.5	—	8.50	15.3	—

* Values with similar letters in the same column do not differ significantly by Duncan's test ($P < 0.05$).

Table 4. Effect of inoculation on shoot dry matter production, shoot N content and total shoot N production of *Arachis pintoi* in a Cerrado area. 2nd cutting. Embrapa/CPAC. Brazil, 2000.

Treatments	Dry matter production (kg/ha)	N content on shoot (%)	Total N on shoot	
			(kg/ha)	% in relation to control
Control	7202	1.74	125 b*	-
Nitrogen	7574	1.86	141 b	13
Strain MGAP13	9576	1.91	183 a	46
Strain CIAT3101	8202	1.70	139 b	11
NC 70	9030	1.82	164 ab	31
NC 229	7392	1.82	132 b	6
NC 230	8529	1.75	150 ab	20
CV (%)	15.7	75	16.5	-

* Values with similar letters in the same column do not differ significantly by Duncan's test ($P < 0.05$).

treatments were observed. These results indicate that inoculation is important for the establishment of *A. pintoi* in degraded soils such as at the EPAMIG experimental site.

At Embrapa Cerrados experimental farm, results from the statistical analyzes of shoot dry matter production showed that, neither inoculation with distinct rhizobia strains nor applied N fertilizer promoted increases in this parameter. This may have been due to the high soil N content provided by previous cultivations with legumes and also from organic matter mineralization. On the other hand, however, in the second cut, inoculation with strain MGAP 13 increased total shoot N by 46%, in relation to the control treatment. Also, the strains NC 70 and NC 230 tended

to produce plants with increased total shoot N content. On both areas, based on the results of the control treatment, the native strains nitrogen fixing capacity was equivalent to 60 kg/ha N fertilizer.

According to Date (1993) the effectiveness of rhizobial strains in terms of nitrogen fixing capacity can be determined by the equation:

$$\frac{100 \times \text{inoculated plant dry mass}}{\text{N fertilizer plant dry mass}}$$

where, values $< 35\%$ indicate ineffective strains; 35-50% low effectiveness, 50-80 effective strains and, $> 80\%$ high effectiveness.

Results from this equation showed that strains MGAP13 and NC230, utilized for *A. pintoi* seed inoculation, can be considered effective and lowly effective strains, respectively, under poor soil conditions in the Cerrado region. The inoculation with strains MGAP13 and NC230 had increased *A. pintoi* dry matter productions by 62% and 47%, respectively, in relation to nitrogen fertilized plants.

Conclusion

In a degraded Cerrado soil, inoculation of *Arachis pintoi* seeds with strains MGAP 13 and NC 230 increased dry matter productions by 62% and 47%, and shoot N content by 62% and 61%, respectively, in the first cut 115 DAG, showing that inoculation has a positive effect on the establishment of this legume under poor soil conditions.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. Miguel P. Zúñiga for his help with summary translation to Spanish.

Resumen

En condiciones de campo en la región Cerrados, Brasil, se evaluó la respuesta de *Arachis pintoi*, una leguminosa multipropósito nativa de América del Sur, a la inoculación con cepas de *Bradyrhizobium*. En el corte 115 días después de la siembra, la inoculación con *Bradyrhizobium* MGAP13, NC230 y NC70 aumentó la producción de MS de la leguminosa en 62%, 47% y 26%, y el nitrógeno total de la parte aérea en 62%, 61% y 38 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento control. *Bradyrhizobium* BR1405, recomendada para *A. Hipogea*, y *Bradyrhizobium* CIAT3101, recomendada para *A. pintoi*, no fueron efectivas para esta leguminosa.

Summary

The response of *Arachis pintoi*, a multipurpose legume native of South America, to inoculation with *Bradyrhizobium* strains was evaluated under field conditions in the Cerrados region of Brazil. In the cutting performed 115 days after planting, inoculation with *Bradyrhizobium* MGAP13, NC230, and NC70 had increased DM production of the legume by 62%, 47% and 26%, and total shoot nitrogen by 62%, 61% and 38%, respectively, compared with the check treatment. *Bradyrhizobium* BR1405, recommended for *A. hipogea*, and *Bradyrhizobium* CIAT3101, recommended for *A. pintoi*, proved ineffective for this legume.

References

- Date, R. A.; Williams, R. W.; and Bush, H.V. 1993. Screening cropland pasture for effective nitrogen fixing associations. CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures 17:3.
- Elkan, G. H.; Wynne, J. C.; and Schneeweis, T. J. 1981. Isolation and evaluation of strains of *Rhizobium* collected from centres of diversity in South America. Trop. Agric. p.197-305.
- Gregory, W. C.; Gregory, M. P.; Krapovichas, A.; Smith, B. W.; and Yarbrough, J. A. 1973. Structure and genetic resources of peanuts. En: Peanut: Culture and uses. American Peanut Research and Education Society, Stillwater, OK, USA. p. 47-133.
- Oliveira, J. C.; Sa, N. M.; Purcino, H. M.; Vasconcellos, C. A.; Viana, M. C.; e Vargas, M. A. 1996. Efetividade de fixação de nitrogênio de estirpes nativas de rizóbio associadas a *A. pintoi* isoladas de solo de cerrado. In: 5º. Encontro de Pesquisa do ICB-UFMG. 1996. Resumos Belo Horizonte, MG., Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). p.30.
- Pinto, P. P.; Carneiro, J. A.; Purcino, H. M.; Vargas, M. A.; and Sa, N.M. 1999. Indigenous *Rhizobia* associated with *A. pintoi* in Cerrado soils of Brazil. Pasturas Tropicales 21(2):25-28.
- Purcino, H. M.; Festin, P. M.; and Elkan, G. H. 2000. Identification of effective strains of *Bradyrhizobium* for *Arachis pintoi*. Trop. Agric. 77(4):221-226.
- Tedesco, M. J. 1978. Métodos de análise de nitrogênio total, amônia, nitrito e nitrato em solo e tecido vegetal. Porto Alegre. Informativo interno, Faculdade de Agronomia, Departamento de solos. 19 p.
- Thomas, R. J. 1993. *Rhizobium* requirements, nitrogen fixation and nutrient cycling in forage *Arachis*. In: Kerridge, P. C. and Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 84-94.

Produção e qualidade do capim Tanzânia (*Panicum maximum*) em diferentes idades e adubado com doses de N de chorume bovino

A. de Moura Zanine*, L. Tavares Schmidt**, P. F. Dias*** e S. Manhães Souto[®],

Introdução

O chorume por ser um líquido que resulta da lavagem de estábulos, salas de ordenha e bezerreiros é facilmente encontrado nos locais em que se criam vacas leiteiras. Pode, desta forma, ter a sua importância reconhecida pelos pecuaristas e agricultores brasileiros como uma fonte alternativa de adubo nitrogenado. Oliveira (1993) registrou que a produção média de resíduo líquido é 9.4 lt/100 kg de peso vivo e de 10 a 15 kg/animal por dia de esterco.

O valor do chorume para adubação é tal que em alguns países da Europa há leis que obrigam a um tratamento apropriado em todo o seu processo de utilização, desde a sua captação até seu uso nas áreas de cultivo. Segundo Urquiaga e Zapata (2000) outras fontes alternativas de N, tais como o chorume, vem recebendo especial atenção nos últimos anos, devido ao alto custo dos fertilizantes químicos de alcance limitado aos pequenos agricultores e como apoio a uma agricultura sustentável.

Entretanto, o uso de chorume tem apresentado problema relacionado a perda de N logo após sua aplicação na superfície do solo, principalmente, através da volatilização da amônia (Molen et al., 1990; Moal et al., 1995; Glaser et al., 2001; Stevens e Laughlin, 2002). Porém, esta perda pode ser minimizada pelo ajuste das taxas de aplicação do chorume com a exigência da cultura (Dilz et al., 1990),

pela incorporação ou injeção do chorume ao solo (Dosch e Gutser, 1996; Helnonen-Tanski et al., 2001), pela aplicação do chorume nas horas do dia (Moal et al., 1995) e também nas estações do ano (Smith et al., 1995) com temperaturas mais amenas.

Por outro lado, logo após aplicação do chorume num solo degradado foi observado um rápido aumento na cobertura do solo, uma relativa abundância no aparecimento de espécies nativas, melhoria na atividade microbiológica e nas propriedades físicas e químicas do solo as quais afetaram positivamente sua infiltração (Leiros et al., 1996). Trehan (1995) encontrou que o chorume bovino proporcionou maior rendimento de matéria seca (MS) do milho do que a adubação nitrogenada mineral. A alta eficiência de N do chorume bovino aplicado durante dois anos comparado com equivalentes doses de N mineral foi atribuída a sua aplicação diluída e parcelada (Estavillo et al., 1996). Rendimento de grãos de arroz e de *Vigna mungo* foram aumentados também com 40 t/ha de chorume (Gnanamani e Bai, 1990).

Por sua vez, a qualidade de uma planta forrageira depende de seus constituintes químicos e esses são variáveis dentro de uma espécie, de acordo com a idade e parte da planta, fertilidade do solo e adubação recebida, entre outros fatores (Van Soest, 1994). As adubações, principalmente a nitrogenada, além de aumentar a produção da MS, aumentam o teor de PB da forrageira e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma, para a melhoria de sua qualidade (Burton, 1988).

Para Crampton et al. (1960) a qualidade de um forrageira é geralmente medida pela sua digestibilidade, consumo e eficiência de utilização de energia. Van Soest (1994), observou que a eficiência de utilização e o consumo variam muito entre os animais sendo, portanto, mais fácil estabelecer o valor de uma forrageira pela digestibilidade, por isso ela é

* Zootecnista e estudante de mestrado do curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, Brasil.

** Zootecnista e estagiária da estação experimental de Itaguaí-PESAGRO-RJ, Seropédica-RJ.

*** Pesquisador da estação experimental de Itaguaí-PESAGRO-RJ, Seropédica-RJ.

[®] Pesquisador da Embrapa-Agrobiologia, Seropédica-RJ.
E-mail: smsouto@cnpab.embrapa.br

frequentemente utilizada como parâmetro de qualidade indicando a proporção de forrageira que está apta a ser utilizada pelo animal.

A digestibilidade da forrageira está relacionada com os seus teores de fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA), pois segundo Nussio et al. (1998) o aumento do teor de fibra leva a uma queda nos valores da digestibilidade da MS. A FDN é constituída basicamente de celulose, hemicelulose e lignina e a FDA principalmente de lignina e celulose (Van Soest, 1994) daí ela está mais associada com a digestibilidade das forrageiras, enquanto a FDN com a ingestão, taxa de enchimento e passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes. De uma maneira geral, tem-se observado um decréscimo nos teores de FDN e FDA dos capins com a adubação nitrogenada (Martim, 1997).

Em vista desses antecedentes o presente trabalho objetivou-se estudar o efeito de doses de N de chorume bovino e idade das plantas na produção de MS e nos teores de PB, FDN e FDA no capim Tanzânia (*Panicum maximum*).

Material e métodos

O experimento foi instalado em área da Embrapa-Agrobiologia no km 47 da BR 465, Seropédica-RJ., Brasil, em vasos com capacidade de 22 kg de solo. O solo, Planossolo, indicou reação ácida (pH água = 5.7) e ausência de Al trocável, além dos seguintes valores de bases trocáveis (em cmol_c/dm³): Ca = 2.3, Mg = 1.9 e K = 0.15. O teor de P_(Mehlich-1) disponível foi de 3 mg/dm³.

Previamente ao plantio da gramínea foi feita uma aplicação basal de P (4.5 g/vaso de P₂O₅) e K (0.9 g/vaso de K₂O) especificamente para atender as necessidades do capim cv. Tanzania (*Panicum maximum*) nesse solo. As sementes do capim foram semeadas em bandejas de icopor contendo substratos adequados para sua germinação. O transplantio das mudas para os vasos foi feito em 09/09/01. Os tratamentos consistiram de quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg/ha) sob a forma de chorume (95% de umidade e 21 dias de armazenamento), combinadas com três épocas de coleta: 28, 56 e 84 dias após o plantio (DAP) das mudas nos vasos perfazendo 12 tratamentos em um delineamento de blocos inteiramente casualizados com cinco repetições. A composição de chorume aplicado nos vasos foi a seguinte (g/kg): M.O.(870), P(73.8), K(6), Ca(19.5), Mg(4.6) e N(1.3%).

As aplicações de chorume foram parceladas em função de dose de N e DAP, da seguinte forma: a

dose equivalente a 60 kg/ha de N foi aplicada nos dias 7, 14 e 21; a dose de 120 kg/ha de N nos dias 7, 28 e 49 e a de 180 kg/ha de N nos dias 7, 42 e 77.

Os parâmetros avaliados na parte aérea da planta foram a produção de MS e os teores de PB, FDN e FDA. A MS da parte aérea da planta foi determinada em estufa à 65° C até o peso constante e do N conforme metodologia Kjeldahl e multiplicou-se por 6.25 para obter-se o valor da PB. A FDN e a FDA foram determinados pelo método de Van Soest, segundo Silva (1999).

Resultados e discussão

Os efeitos da aplicação de doses de nitrogênio de chorume bovino e idade da planta na produção de MS e teor de PB do capim Tanzânia são mostrados na Tabela 1. A produção de MS foi afetada pelo N, idade e interação N x idade. A maior produção de MS foi obtida com a maior dose de N (180 kg/ha) aos 84 dias após o plantio. Palhano e Haddad (1992) mostraram que a produção de MS do capim Coastcross (*Cynodon nlemfuensis*) aumentou de forma quadrática entre 20 e 70 dias de crescimento. Gomide (1996) com cinco cultivares de *Cynodon* spp. e Castro et al. (1998) com *C. nlemfuensis* também encontraram efeito da idade no aumento da MS das plantas. O aumento do acúmulo de MS em gramíneas forrageiras com a aplicação de esterco foi obtido por Barcellos (1991) e outros pesquisadores (Oliveira et al., 1997; Dias et al., 1998 e Gonçalves et al., 1998) com N mineral. Schimidt et al. (2003) pesquisando doses de N de chorume no capim cv. Tanzânia, obtiveram aumentos de 150% de MS na parte aérea do capim com a aplicação de 180 kg/ha de N quando comparada a testemunha e mostraram a dependência linear de MS acumulada com as doses de N e idade da planta.

O desdobramento das doses de N dentro de cada idade mostrou que a produção de MS do capim cv. Tanzânia não foi afetada pelas doses de N aos 28 e 56 dap, porém aos 84 dias a maior dose de N proporcionou o maior acúmulo de MS na parte aérea da planta (Tabela 1).

O teor de PB não foi afetado pelas doses de N, apresentando uma média das quatro doses igual a 4.5 % (Tabela 1), e demonstrando que o acréscimo do acúmulo de proteína total (dados não mostrados) proporcionado pelas doses de N do chorume foi devido ao efeito do N no aumento da MS do capim.

Fato interessante observado no presente experimento, foi quanto a cor das folhas do capim que imediatamente após a aplicação do chorume ficaram com um verde intenso e assim permaneceram por

Tabela 1. Efeito de doses de N de chorume bovino e idade da planta na matéria seca (MS) e no teor de proteína bruta (PB) do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Médias de cinco repetições.

Doses de N (kg/ha)	Idade (dias)				Idade (dias)			
	28	56	84	Média	28	56	84	Média
	MS (g/vaso)				PB (%)			
0	9.2 a*	20.1 a	21.9 c	17.1 b	5.6 a	4.1 a	3.3 b	4.4 a
60	11.7 a	20.9 a	31.4 b	21.3 b	6.1 a	3.7 a	3.1 b	4.3 a
120	12.8 a	21.1 a	26.0 bc	19.9 ab	5.9 a	3.8 a	3.2 b	4.3 a
180	13.5 a	21.5 a	50.7 a	20.6 a	6.2 a	4.1a	4.4 a	4.9 a
Média	11.8 C	20.9 B	32.5 A	—	5.9 A	3.9 B	3.5 B	—

* Médias com mesmas letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste Tukey a probabilidade de 5%.

mais 2 dias, para em seguida o verde ir ficando menos intenso. Dohler et al. (1990) constataram que a perda de N do chorume via amônia foi correlacionada com a temperatura do solo e que 2 dias após sua aplicação 80% a 90 % do total de perda havia ocorrido. Outros trabalhos têm mostrado que as perdas de N do chorume ocorrem horas após sua aplicação (Jarvis et al., 1989; Molen et al., 1990; Thompson et al., 1990; Moal et al., 1995) e que as perdas de N são maiores nas estações mais quentes do ano (Long et al., 1989; Smith et al., 1995; Paul e Zebarth, 1997).

O presente experimento foi instalado e conduzido em plena estação de crescimento, quando as temperaturas são mais altas, portanto o comportamento observado na cor das folhas do capim, logo após aplicação do chorume, foi coerente com os dados da literatura e mostrou porque as doses de N do chorume não aumentaram a PB total, o que não aconteceu quando a fonte de N foi uma fonte mineral, como mostrado nos trabalhos de Dias et al. (1998) com duas cultivares de *Digitaria* spp. e duas cultivares de *Cynodon* spp. sob doses de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha) de sulfato de amônio, e nos estudos de Juarez Lagunes et al. (1999) onde a adubação com N mineral na dose de 100 kg/ha aumentou em 84% o teor de PB de 15 gramíneas forrageiras, sendo quatro da espécie *P. maximum*. Schimidt et al. (2003) já haviam observado esse efeito no capim cv. Tanzânia, e Merzlaya et al. (1990) em um experimento conduzido durante 15 anos mostraram que a aplicação de 400 kg/ha de N de chorume aumentou os teores de PB das gramíneas *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*, porém os valores nunca excederam a 3.8% de PB. Zanine et al (2003) mostraram que os teores de PB dos capins cvs. Suazi, Transvala, Coast-cross e Tifton 85 não foram afetados pelas doses de N (0, 150 e 300 Kg/ha) de chorume bovino, apresentando uma média para as três doses igual a 5.8 %.

Considerando que um teor de 7% a 8 % de PB na MS constitui a exigência mínima de bovinos de corte em crescimento (Minson, 1990) verifica-se que os teores de PB encontrados para o capim cv. Tanzânia (Tabela 1) não atenderam esse requisito.

A PB aos 28 dias foi 5.9 %, teor maior que os encontrados nas demais idades, que não diferenciaram entre si, e apresentando uma média igual a 3.7% (Tabela 1). Queda no teor de PB em gramíneas forrageiras com aumento da idade tem sido observada por outros autores (Camarão et al., 1983; Gomide, 1996; Correa et al., 1998; Castro et al., 1998; Gonçalves et al., 1998).

O desdobramento das doses de N dentro de cada idade para o teor de PB mostraram que as doses não afetaram a PB aos 28 e 56 dias, porém aos 84 dias observou-se que na maior dose de N (180 kg/ha) a PB (4.4%) diferenciou estatisticamente das demais doses que apresentaram uma média igual a 3.2%.

Na Tabela 2 são apresentados os efeitos doses de N do chorume e idade da planta no teor de FDN e FDA do capim cv. Tanzânia. A FDN foi afetada pela doses de N, idade da planta e interação N x idade. O maior teor de FDN (68.6 %) foi obtida com o controle que não diferenciou das demais doses que apresentaram uma média igual a 67.1 %, mostrando que a aplicação de chorume decresceu o teor de FDN no capim de apenas 2.1% em relação ao controle (Tabela 2). Rocha et al. (2001) trabalhando com os capins cvs. Coast-cross, Tifton 69 e Tifton 85 sob doses de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha) do sulfato de amônio, encontraram queda nos teores da FDN para os três capins que variou de 3.1 a 5% quando comparou-se o controle com a dose 400 kg/ha de N. Segundo Isepon et al. (1998) doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha) não afetaram os teores de FDN de dois cultivares de *Cynodon* (Tifton 68 e Tifton 85).

Tabela 2. Efeito de doses de N de chorume bovino e idade da planta na fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA) do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Médias de cinco repetições.

Doses de N (kg/ha)	Idade (dias)				Idade (dias)			
	28	56	84	Média	28	56	84	Média
	FDN (%)				FDA (%)			
0	65.3 a*	70.0 a	70.3 a	68.6 a	35.7 a	34.7 a	34.0 a	34.1 a
60	65.0 a	66.3 b	69.7 b	67.0 b	32.7 ab	34.7 a	34.0 a	33.8 a
120	65.0 a	66.7 b	67.0 b	66.2 b	32.3 ab	34.0 a	33.7 a	33.3 a
180	65.7 a	69.3 b	69.3 b	68.1 b	31.7 b	34.0 a	34.0 a	33.2 a
Média	65.3 B	68.1 A	69.1 A	—	33.1 A	33.9 A	34.3 A	—

* Médias com mesmas letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste Tukey a probabilidade de 5%.

Dias et al. (1998) encontraram que o aumento do teor de FDN em cultivares de *Digitaria* e *Cynodon* foi mais afetado pela época de corte do capim do que pelas doses de N mineral. Juárez Lagunes et al. (1998) encontraram que a adubação com ureia reduziu o teor de FDN de 15 capins, sendo quatro da espécie *P. maximum*. Estes autores mostraram que o decréscimo do teor de FDN e o aumento da PB dos 15 capins resultaram em um aumento de N no rumen dos animais e no balanço de proteína digestível.

Os teores de FDN nas idades 84 (69.1%) e 56 dias (65.3%) foram maiores que os de 28 dias (65.3%) (Tabela 2). Outros autores encontraram também aumento do teor de FDN em gramíneas forrageiras com o aumento da idade da planta (Camarão et al., 1983; Gomide, 1996; Castro et al., 1998; Gonçalves et al., 1998; Correa et al., 1998).

O desdobramento dentro de cada idade mostrou que as doses de N só afetaram a FDN aos 56 e 84 dias de idade, mostrando os valores do controle superiores as demais doses de N que não diferenciaram entre si. Não foram encontrados efeitos significativos das doses de N do chorume e idades das plantas no teor da FDA do capim cv. Tanzânia (Tabela 2). Camarão et al. (1983) com *Brachiaria humidicola*, Gomide (1996) com cinco cvs. de *Cynodon* spp., Castro et al. (1998) com *C. nlemfuensis* e Gonçalves et al. (1998) com quatro cultivares de *Pennisetum purpureum* encontraram aumento nos teores de FDA com o avanço da idade das plantas. No entanto, o desdobramento das doses de N dentro de cada idade no presente experimento (Tabela 2) mostrou que aos 28 dias o controle apresentou maior FDA que a dose 180 kg/ha de N, mas não diferenciou das doses 60 e 120 kg/ha.

Conclusões

A aplicação de doses de N de chorume bovino proporcionou aumento na produção de MS e decréscimo de FDN e não afetou os teores de PB e FDA do capim Tanzânia. Com o aumento da idade da planta observou-se o aumento na produção de MS e no teor de FDN, decréscimo no teor de PB e nenhum efeito na FDA do capim. O desdobramento das doses de N dentro de cada idade mostrou efeitos do N na MS e FDN só aos 84 dias, quando os maiores valores foram obtidos com a maior dose e com o controle, respectivamente. No caso da PB e FDA o efeito das doses de N só se manifestaram aos 84 e 28 dias respectivamente, quando a maior dose de N proporcionou o maior teor de PB e o controle apresentou a maior teor de FDA.

Resumen

En Embrapa-Agrobiología, Seropédica, Seropédica RJ, Brasil, bajo condiciones de casa de vegetación se realizó un ensayo para determinar la respuesta en producción de MS, contenido de proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) en la parte aérea de *Panicum maximum* cv. Tanzânia con la aplicación de residuos orgánicos provenientes de salas de ordeño con la composición siguiente (g/kg): M.O. (870), P (73.8), K (6), Ca (19.8), Mg (4.6) y N (1.3%). Se utilizaron recipientes con capacidad para 22 kg de suelo en los cuales en un Planossol (pH = 5.7, P = 3 mg/dm³, e Ca = 2.3, Mg = 1.9, K = 0.15 cmol_d/dm³) se aplicaron en tres fracciones diferentes dosis equivalentes de N (0, 60, 120 e 180 kg/ha) como residuos orgánicos más 4.5 y 0.9 g/recipiente de P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Las frecuencias de corte de la gramínea fueron 28, 56 y 84 días después de la siembra de las plántulas. Se utilizó

un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones. La producción de MS y los contenidos de FDN fueron afectados por el N, la edad de cortes y la interacción N x edad. La mayor producción de MS fue obtenida con la mayor dosis de N a los 84 días. El contenido de PB no fue afectado por las dosis de N proveniente de los residuos de establo. Este resultado evidencia que el aumento de la PB total fue debido al efecto del N en el incremento de la MS y que hubo pérdidas de N de los residuos después de su aplicación. El contenido de FDN en el tratamiento control (68.6%) fue 2.1% más alto que para las demás dosis (67.1%, en promedio) y aumentó con la edad de la planta desde 65.3% a los 28 días hasta 69.1% a los 84 días. En la interacción N x edad, el N mostró efecto solamente a los 56 y 84 días, cuando el tratamiento control presentó mayor FDN que las restantes dosis. A los 28 días, el control presentó mayor FDA que la mayor dosis de N (180 kg/ha), pero no fue diferente en comparación con las demás dosis.

Summary

The response of *Panicum maximum* cv. Tanzânia to the application of organic waste obtained from milking sheds was evaluated under greenhouse conditions at the Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Cnpab), located in Seropédica (Rio de Janeiro, Brazil). A completely randomized block design was used with five replicates. Variables analyzed were shoot DM production, crude protein (CP) content, neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (ADF). Equivalent N rates were applied in three different fractions (0, 60, 120 and 180 kg/ha) in the form of organic waste, which was composed as follows (g/kg): O.M. (870), P (73.8), K (6), Ca (19.8), Mg (4.6), and N (1.3%). Applications of 4.5 g P₂O₅ and 0.9 g K₂O were also applied per pot. Each pot had the capacity to hold 22 kg of Planosol soil (pH = 5.7, P = 3 mg/dm³, and Ca = 2.3, Mg = 1.9, K = 0.15 cmol/dm³). Cutting frequency of the grass was 28, 56, and 84 days after planting of seedlings. DM production and NDF contents were affected by N, age at cutting, and N x age interaction. The highest DM production was obtained with the highest application rate of N at 84 days. CP content was not affected by the application of N from milking shed waste. This result shows that the increase in total CP can be attributed to the effect of N on DM increase as well as to the loss of N in the waste after application. NDF content in the check treatment (68.6%) was 2.1% higher than that for other application rates (67.1%, on average) and increased with plant age from 65.3% at 28 days to 69.1% at 84 days. In the N x age interaction, the effect of N was only observed at 56 and 84 days, when the check treatment presented

greater NDF than the remaining application rates. At 28 days, the check presented greater ADF than at higher application rates of N (180 kg/ha), but did not differ in comparison with other application rates.

Referências

- Barcellos, L. A. 1991. Avaliação do potencial de fertilizante do esterco líquido de bovinos. Tese de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. 108 p.
- Burton, G. W. 1988. Registration of Tifton 78 bermudagrass. *Crop Sci.* 28(2):187-188.
- Camarão, A. P.; Batista, H.A.; Lourenço Junior, J. de B.; e Dutra, S. 1983. Composição química e digestibilidade in vitro do capim quicuí-da-amazônia em três idades de corte. Boletim de Pesquisa no. 51. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de de Pesquisa do Trópico Úmido (Embrapa-CPATU). 17 p.
- Castro, F. G.; Haddad, C. M.; Vieira, A. C.; Vendramini, J. M.; e Heisecke, O. R. 1998. Efeito de idade de corte sobre a produção e valor nutritivo de *Cynodon nlemfuensis* var. nlemfuensis cv Florico. En: Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Botucatu. p. 578-580.
- Correa, L.; Freitas, A. R.; e Batista, L. A. 1998. Níveis de nitrogênio e frequência de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. II. Qualidade de forragem. En: Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Botucatu. p.518-520.
- Crampton, E. W.; Donefer, E.; e Loyde, L.E. 1960. A nutritive value index for forage. *J. Anim. Sci.* 19(2):538-544.
- Dias, P. F.; Rocha, G. P.; Oliveira, A. I. de; Pinto, J. C.; Rocha Filho, R. R.; e Souto, S. M. 1998. Produtividade e qualidade de gramíneas forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada no final do período das águas. *Pesqu. Agropec. Bras.* 33(7):1191-97.
- Dilz, K.; Postmus, J.; e Prins, W. H. 1990. Residual effect of long-term applications of farmyard manure to silage maize. A case study to test the Sluijsmans-Kolenbrander model. *Fert. Res.* 26 (1-3):249-252.
- Dohler, H.; Nielsen, V. C.; Vooburg, J. H. et al., 1990. Laboratory and field experiments for estimating ammonia losses from pig and cattle slurry. Odour and ammonia emissions from livestock farming. En: Proceedings of a Seminar. Silsoe-Reino Unido. p.132-140.
- Dosch, P.; Gutser, R. 1996. Reducing N losses (NH₃, N₂O, N₂) and immobilization from slurry through optimized application techniques. *Fert. Res.* 43(1-3):165-171.

- Estavillo, J. M.; Gonzales-Murua, C.; Besga, G.; e Rodrigues, M. 1996. Effect of cow slurry N on herbage productivity, efficiency of N utilization and on white clover content in a natural sward in the Basque Country Spain. *Grass Forage Sci.* 51 (1) 1-7.
- Glaser, B.; Bol, R.; Preedy, M.; Mc Tiernan, K. B.; Clark, M.; e Amelung, W. 2001. Short-term sequestration of slurry-derived carbon and nitrogen in temperate grassland soil as assessed by ^{13}C and ^{15}N natural abundance measurement. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164 (5):467-474.
- Gnanamani, A e Bai, R. K. 1990. Influence of biodigested slurry on rice-gram cultivation. *Bioresource Technol.* 41(3):217-221.
- Gomide, C. C. 1996. Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*. Tese de Mestrado. Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), Jaboticabal-SP. 100 p.
- Gonçalves, D. A; Vieira, M. E.; e Junior, E.F. 1998. Produção, qualidade e morfologia de quatro cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. En: Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Botucatu-SP. p.551-552.
- Helnonen-Tanski, H.; Uusi-Kampa, J.; e Morris, R. 2001. Runoff of faecal microorganisms and nutrients from perennial grass ley after application of slurry and mineral fertilizer. *Water Sci. Technol.* 43 (12):143-146.
- Isepon, O. J.; Bergam, A. F.; Bastops, J. F.; e Alves, J.B. 1998. Resposta de dois cultivares do gênero *Cynodon* à adubação nitrogenada. En: Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Botucatu-SP. p. 245-247.
- Jarvis, S. C.; Pain, B. F.; Gaborcik, B. F.; Hatch, D. J. et al., 1989. Ammonia volatilization and loss grasslands systems. En: Proceedings of the International Grassland Congress. 16. Nice-Francia. p.157-158.
- Juarez-Lagunes, F. I.; Fox, D. G.; Blake, R. W.; e Pell, A. N. 1998. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual purposes cows in tropical. *J. Dairy Sci.* 82:2136-2145.
- Leiros, M. C.; Gil-Sotres, F.; Trasar-Cepeda, M. C.; Saa, A; e Seone, S. 1996. Soil recovery at the Meirama opencast lignite mine in northwest Spain: a comparison of the effectiveness of cattle slurry and inorganic fertilizer. *Water, Air Pollution.* 91(1-2):109-124.
- Long, F. N. 1989. Factors affecting the utilisation of nitrogen from cattle slurry applied to grassland. En: Proceedings of the Research Meeting at the Welsh Agricultural College. 1 Hurley: BGS, Ses. IV, paper 5.
- Martim, R. A. 1997. Doses de nitrogênio e de potássio para produção, composição e digestibilidade dos capins Coastcross-1 e Tifton-85 em um Latossolo vermelho-amarelo. Tese de Mestrado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ), Piracicaba-SP. 109 p.
- Merzlaya, G.; Gaborcik, M.; Krajcovic, V.; e Zimkova, M. 1990. Pasture productivity under application of organic fertilizers. En: Proceedings of the General Meeting of the Europeans Federation. 13. Banska Bystrica. p. 539-541.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Londres. 483 p.
- Moal, J. F.; Martinez, J.; Guizion, F.; e Coste, C. M. 1995. Ammonia volatilization following surface applied pig and cattle slurry in France. *J. Agric. Sci.* 125 (2):245-252.
- Molen, J. van Der; Faasen, H. G. van; Leclerc, M. Y.; Vriesema, R.; Chardon, W. J.; van Der, e Molen, H.G. 1990. Ammonia utilization from arable land after application of cattle slurry. 1. Field estimates. *J. Agric. Sci.* 38(2):145-158.
- Nussio, L. G.; Manzano, R. P.; e Pedreira, C. G. 1998. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. En: Anais do Simpósio sobre Manejo de Pastagem. 15. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ). p. 203-242.
- Oliveira de, E.; Postiglioni, S. R.; Sá, J. P.; e Oliveira, J. C. 1997. Efeito da adubação orgânica e mineral no rendimento de *Hemarthria altissima* e *Cynodon nlemfuensis*. En: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34. Juiz de Fora-MG. p. 145-147.
- Oliveira, P. A. 1993. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Documentos no. 127. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPSA), Concórdia, Brasil. 188 p.
- Palhano, A. L. e Haddad, C. M. 1992. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-cross. *Pesqu. Agropec. Brasil.* 27(10):1429-1438.
- Paul, J. W. e Zebarth, B. J. 1997. Denitrification during the growing season dairy cattle slurry and fertilizer application for silage corn. *Can. J. Soil Sci.* 77(2):241-248.
- Rocha, G. P.; Evangelista, A. R.; Paiva, P. C. de; Freitas, R.T.; Souza, A. F.; e Garcia, R. 2001. digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. *Ciênc. Agrotec.* 25(2):396-407.

- Schmidt, L. T.; Dias, P. F.; Souto, S. M.; Rossiello, R. O.; e Zanine, A. M. 2003. Absorção e acúmulo de nutrientes no capim cv. Tanzânia (*Panicum maximum*) em resposta à aplicação de nitrogênio como chorume bovino. *Pasturas Tropicales*. 25(1):10-16.
- Silva, F. C. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1ª. Ed., Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa do Solo (CNPS). 370 p.
- Smith, K. A.; Jackson, D. R.; Unwin, R. J.; Bailey, G.; e Hodgson, I. 1995. Negative effects of winter and spring applied cattle slurry on the yield of herbage at simulated early grazing first cut silage. *Grass Forage Sci.*, 50 (2): 124-131.
- Stevens, R. J. e Laughlin, R. J. 2002. Cattle slurry applied before fertilizer nitrate lowers nitrous oxide and dinitrogen emission. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 66:647-652.
- Thompson, R. B.; Pain, B. F.; e Rees, Y. J. 1990. Ammonia volatilization from cattle slurry following application to grassland. II. Influence of application rate, windspeed and applying slurry in narrow bands. *Plant and Soil*. 125(1):119-128.
- Trehan, S. P. 1995. Comparison of inorganic fertilizers and cattle slurry for meeting nitrogen needs of maize and potatoes. *J. Indian Potato Assoc.* 22 (1- 2): 1-7.
- Urquiaga, S. e Zapata, F. 2000. Fuentes alternativas para la fertilización nitrogenada de cultivos. En: Urquiaga, S. e Zapata, F. (eds). Manejo eficiente e la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y Caribe. Porto Alegre. Genesis. p. 25-29.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2a. ed. Cornell, Cornell University Press. 476 p.
- Zanine, A. M.; Dias, P. F.; Carvalho, J. C.; e Souto, S. M. 2003. Acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo na raiz e parte aérea de quatro cultivares de *Digitaria* e *Cynodon* sob efeito de diferentes doses de nitrogênio na forma de chorume bovino. *Pasturas Tropicales*. (no prelo).

Efeito de diferentes doses de chorume bovino no pH e composição mineral de um Planossolo cultivado com gramíneas dos gêneros *Cynodon* e *Digitaria**

A. M. Zanine**, P. F. Dias***, L. F. B. Pinto**, S. M. Souto[¶], D. J. Ferreira^λ e J. C. Almeida^ψ

Introdução

A agricultura convencional utiliza os recursos não renováveis e insumos industrializados de forma extrativista. Isso provoca uma elevação considerável dos custos de produção além de agredir ao meio ambiente. Surge daí a necessidade de avaliar alternativas que não agredam o meio ambiente e que mantenham os níveis atuais de produtividade. Dentre as alternativas disponíveis, a utilização de chorume vem despertando interesse no meio científico em função das diversas propriedades de sua constituição e da grande disponibilidade nas áreas que concentram animais (Kiehl, 1995).

O chorume de bovinos é uma importante fonte orgânica de nutrientes para a adubação de áreas de baixa fertilidade (Mbagwa, et. al., 1991; Paul e Zerbath, 1997; Glaser et. al., 2001).

Entretanto, são observadas perdas de nitrogênio (N) por volatilização de amônia logo após aplicação do chorume (Glaser et. al., 2001; Stevens e Laughlin, 2002) e que parecem depender, inicialmente, de fatores como temperatura e pH do solo e em uma etapa posterior, do teor de matéria seca do chorume (Sommer et. al., 1991). Isto indica que a magnitude dessas perdas está determinada, em parte, pelas propriedades químicas e físicas do solo. Por outro

lado, como o chorume é fonte de outros nutrientes além do N, a sua incorporação ao solo demanda o acompanhamento de seus efeitos, visando evitar possíveis problemas de acúmulo de sais e/ou indicação de desbalanço nutricional nas culturas.

Portanto, é necessário gerar trabalhos que estabeleçam as dosagens corretas de chorume, afim de que, os pastos e capineiras, tratados com esse resíduo, sejam beneficiados com o mínimo de perdas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação orgânica, na forma de chorume, sobre o pH e nutrientes minerais em duas profundidades de solos cultivados com diferentes gramíneas.

Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado na área da Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa-Cnpab), localizada no Km 47 da BR 465, Seropédica-RJ; latitude de 21° 45', longitude 43° 41' e altitude 33 m.

O solo usado foi classificado como Planossolo, cuja análise química indicou reação ácida (pH = 5.7), Al (0 cmol_c/dm³) e baixos teores de P^{Mehlich-1} (3 mg/dm³), K (56 mg/dm³), Ca (2.3 cmol_c/dm³), Mg (1.9 cmol_c/dm³).

O experimento foi instalado em vasos mantidos ao ar livre com capacidade para 20 kg de solo. A adubação tratamento constou de três doses equivalentes de N: 0, 150, e 300 kg/ha. Durante a condução do experimento as doses de N (kg/ha) na forma de chorume em cada vaso foram parceladas em nove vezes (primeira aplicação 0-50-100, segunda aplicação 0-25-50, e da terceira a novena 0, 10.72 e 21.43). Previamente antes do plantio, foi efetuada

* Parte da tese do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para obtenção do título Magister Scientiae.

** Bolsistas de Mestrado da CAPES, Aluno do Programa de Pós-graduação em Zootecnia - UFRuralRJ.

*** Pesquisador da PESAGRO-RJ.

[¶] Pesquisadores da EMBRAPA Agrobiologia.

^λ Estudante de Graduação em Zootecnia-UFRuralRJ.

^ψ Professor da DNAP-IZ-UFRuralRJ.

uma adubação basal de P (4.5 g/vaso de P_2O_5) e K (0.9 g/vaso de K_2O).

O chorume usado foi recoletado na estação experimental de Gado de Leite da Pesagro-RJ. As coletas foram efetuadas durante a ordenha da manhã e da tarde, coletavam urina e fezes das vacas durante todo o período de ordenha. Posteriormente, misturavam-se urina e fezes com água, na proporção de aproximadamente 50% de água, 30% de fezes e 20% de urina. Na Tabela 1 pode ser observada a composição química do chorume usado.

Composição	Valor
Cálcio (g/kg)	8.5
Magnésio (g/kg)	2.97
Fósforo (g/kg)	2.38
Potássio (g/kg)	19.65
Nitrogênio (g/l)	2.5
PH	7.6

O plantio das mudas (8 mudas/vaso) das gramíneas usadas (cvs. Transvala e Suázi do gênero *Digitaria*, e o cvs. Tifton-85 e Coast-cross do gênero *Cynodon*) nos vasos foram feitas em dezembro de 2001. O objetivo da presença dos capins nos vasos foi de avaliar os efeitos dos tratamentos num solo com cobertura vegetal. Os vasos foram monitorados diariamente e irrigados até atingir o ponto de saturação. A coleta do solo no experimento foi feita em janeiro de 2003, ou seja, 1 ano e dois meses depois da implantação do experimento, e as análises dos nutrientes foram realizadas no laboratório da Embrapa-Cnpab, conforme os métodos descritos por Silva, 1999.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 4 x 3 x 2, com quatro gramíneas, três doses de N e dois profundidades (0 a 10 e 10 a 28 cm) totalizando 24 tratamentos com cinco repetições nos blocos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância.

Resultados e discussão

A dose de chorume utilizada influenciou as variáveis P, K, Mg e pH ($P < 0.01$). Não houve efeito ($P > 0.05$) sobre o teor de Ca no solo nas duas profundidades (Tabela 2).

A dosagem de 300 kg/ha de N promoveu maior acúmulo ($P < 0.05$) do Mg nas duas profundidades

Tabela 2. Efeito da aplicação de N via chorume nos teores de Ca, Mg, P, K e pH no solo nas profundidades estudadas (média de cinco repetições).

Nutrientes	Dose de N (kg/ha) na forma de chorume		
	0	150	300
Cálcio ($cmol_c/dm^3$)	2.18 a*	2.18 a	2.30 a
Magnésio ($cmol_c/dm^3$)	0.99 b	1.04 b	1.23 a
Fósforo ($cmol_c/dm^3$)	2.90 b	2.85 b	3.52 a
Potássio ($cmol_c/dm^3$)	19.37 c	56.50 b	144.77 a
pH	5.39 c	5.50 b	5.76 a

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem, pelo teste Tukey ($P < 0.05$).

consideradas, não havendo diferença ($P > 0.05$) entre a dosagem de 150 kg/ha de N e o tratamento testemunha. O maior teor de Mg ($1.53 cmol_c/dm^3$) no solo foi obtido com a maior dose (180 Kg/ha de N) equivalente de chorume (Souto, comunicação pessoal).

O teor de P na profundidade de 0 a 10 cm foi maior ($P < 0.05$) quando aplicada a maior dosagem de chorume. Já na profundidade de 10 a 28 cm não houve diferença ($P > 0.05$) entre as dosagens aplicadas, estes resultados foram concordantes com os de Souto (Comunicação pessoal), para capim Tanzânia (*Panicum maximum*).

Houve aumento do teor de K e do nível de pH em função do aumento da dosagem de chorume ($P < 0.05$), em ambas as profundidades estudadas, resultado semelhante ao encontrado por Sutton et. al. (1986) e Matos et. al. (1997). Gianello e Ernani (1983) encontraram aumentos no pH somente em solos com baixo teor de argila. Mugwira et al. (1976) registraram que grandes quantidades de esterco bovino provocaram aumentos no pH do solo.

Gianello e Ernani, (1983) encontraram aumento nos teores de P, Ca, Mg e K em dois solos com aplicação 72 e 144 t/ha de cama de frango. O solo utilizado por estes autores difere do utilizado no presente trabalho, além disso, o teor de Ca na cama de frango é cerca de 2.9 vezes maior que o encontrado no chorume bovino. Freitas et. al. (1998) também observaram aumentos nos teores desses elementos no solo, utilizando diferentes doses de chorume suíno. Holanda et. al. (1982) trabalhando com plantio feijão, milho, tremoço, milheto e aveia mais vicia, observaram elevações do pH do solo quando utilizaram adubação orgânica na forma de esterco de galinha e verificaram elevações nos níveis de P, K, Ca e Mg de 75%, 9%, 56% e 173%, respectivamente. Mbagwn et. al. (1991) observaram

que a aplicação de chorume melhorou os níveis de fertilidade além de aumentar a estabilidade dos agregados do solo.

Houve diferença entre as profundidades apenas para K, Mg e pH ($P < 0.01$) como pode ser observado na Tabela 3. É possível constatar que o pH foi ligeiramente mais elevado na profundidade 0 a 10 cm. O pH da camada superficial do solo (0 a 5 cm) aumentou com aplicações de chorume (Christie e Beattie, 1989; Lyngstad e Tveitnes, 1996). Os teores de Mg e K foram maiores na profundidade de 10 a 28 cm que na profundidade de 0 a 10 cm.

Tabela 3. Comparação dos teores de K, Mg e do nível de pH nas duas profundidades consideradas.

Profundidade (cm)	PH	K ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	Mg
0 a 10	5.65 a*	59.78 b	1.01 b
10 a 28	5.45 b	87.32 a	1.17 a

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

A comparação dos solos, em função das gramíneas utilizadas, apresentaram diferenças apenas para a variável pH do solo ($P < 0.05$) como pode ser observado na Tabela 4. Os solos cultivados com cvs. Tifton-85 e Transvala foram, em média, ligeiramente menos ácidos que os cultivados com cvs. Coast-cross e Suázi.

Tabela 4. Comparação do pH no solo de acordo com as gramíneas utilizadas.

Gramínea(cultivar)	pH
Transvala	5.61 a*
Tifton-85	5.59 a
Coast-cross	5.54 ab
Suázi	5.46 b

* Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.05$).

Não foi observada interação planta x profundidade para as variáveis aqui estudadas. A interação planta x dose foi observada o Mg ($P < 0.0014$) e K ($P < 0.0398$), como pode ser observado na Tabela 5. Para a dosagem 300 Kg/ha de N na forma de chorume foi observado que os solos cultivados com cvs. Coast-cross e Tifton-85 apresentaram maiores teores de Mg

Tabela 5. Comparação dos teores de Mg e K ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), de acordo com as gramíneas e doses utilizadas.

Gramínea (cultivar)	Mg	K
	0 kg/ha de N	
Coast-cross	0.93 a*	18.40 a
Suázi	1.06 a	19.30 a
Transvala	0.99 a	21.30 a
Tifton-85	1.01 a	18.50 a
	150 kg/ha de N	
Coast-cross	1.00 a	55.80 a
Suázi	1.16 a	55.70 a
Transvala	1.06 a	62.20 a
Tifton-85	0.97 a	52.30 a
	300 kg/ha de N	
Coast-cross	1.31 a	122.20 b
Suázi	1.09 b	146.00 ab
Transvala	1.21 ab	146.90 ab
Tifton-85	1.32 a	164.00 a

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, dentro de cada dosagem, não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.05$).

que os cultivados com cv. Suázi. Os solos cultivados com cv. Tifton-85 apresentaram maiores teores de K que os solos cultivados com cv. Coast-cross.

Foi encontrada interação entre profundidade x dose ($P < 0.01$) apenas para K ($P < 0.01$), a qual pode ser constatada na Tabela 6. Com as doses de 150 e 300 kg/ha de N houve maior acúmulo de K na profundidade de 0 a 10 cm.

Tabela 6. Comparação dos teores de K de acordo com a profundidade e dose utilizada.

Profundidade (cm)	K ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)
	0 kg/ha de N
0 - 10	20.20 a*
10 - 28	18.55 a
	150 kg/ha de N
0 - 10	67.70 a
10 - 28	45.30 b
	300 kg/ha de N
0 - 10	174.05 a
10 - 28	115.50 b

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, dentro de cada dosagem, não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.05$).

A interação planta x dose x profundidade foi encontrada apenas para o K, a qual é mostrada na

Tabela 7. Quando utilizada a dosagem 300 kg/ha de N na profundidade 0 a 10 cm a um maior acúmulo de K nos solos cultivados com cvs. Suázi, Transvala e Tifton-85 que nos solos cultivados com cv. Coast-cross ($P < 0.05$). O maior acúmulo de K ($217 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$), na camada de 0 a 10 cm de um Planossolo foi observado em um solo cultivado com capim cv. Tanzânia (Souto, Comunicação pessoal).

Tabela 7. Comparação dos teores de K ($\text{cmol}_e/\text{dm}^3$) de acordo com a gramínea, dose e profundidade utilizada.

Gramínea (cultivar)	Profundidade	
	0 a 10 cm	0 a 28 cm
0 kg/ha de N		
Coast-cross	19.60 a*	17.20 a
Suázi	20.60 a	18.00 a
Transvala	21.80 a	20.80 a
Tifton-85	18.80 a	18.20 a
150 kg/ha de N		
Coast-cross	71.40 a	40.20 a
Suázi	59.40 a	52.00 a
Transvala	79.80 a	44.60 a
Tifton-85	60.20 a	44.40 a
300 kg/ha de N		
Coast-cross	131.20 b	113.20 a
Suázi	169.00 a	123.00 a
Transvala	192.40 a	101.40 a
Tifton-85	203.60 a	124.40 a

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, dentro de cada dosagem, não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.05$).

Conclusões

- A dose de chorume utilizada influenciou as variáveis P, K, Mg e pH no solo.
- Houve uma tendência crescente de aumento do teor de K e do nível de pH em função do aumento da dosagem de chorume.
- Houve diferença significativa entre as profundidades no solo para K, Mg e pH.
- A comparação dos solos em função da cultivar utilizado apresentou diferença para a variável pH. Sendo os solos cultivados com cvs. Tifton-85 e Transvala ligeiramente menos ácidos que os cultivados com cv. Suázi.

- Foi observada interação planta x dose para as variáveis Mg e K. Quando a maior dosagem foi utilizada os solos cultivados com cvs. Coast-cross e Tifton-85 apresentaram maiores teores de Mg que os cultivados com cv. Suázi. Os solos cultivados com cv. Tifton-85 apresentaram maiores teores de K que os cultivados com cv. Coast-cross.
- Foi encontrada interação entre profundidade x dose para a variável K. Com as doses de 150 e 300 kg/ha de N houve maior acúmulo de K na profundidade de 0 a 10 cm.
- A interação planta x dose x profundidade foi encontrada para a variável K. Quando utilizada a dosagem 300 kg/ha de N, na profundidade 0 a 10, há um maior acúmulo deste nutriente nos solos cultivados com cvs. Suázi, Transvala e Tifton-85 que nos solos cultivados com cv. Coast-cross.

Resumen

En la casa de vegetación del Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia de la Empresa de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Cnpab), Seropédica-RJ; Brasil, ($21^\circ 45'$ sur y $43^\circ 41'$ oeste, a 33 m.s.n.m.) se evaluó el efecto de la aplicación de residuos ($\text{Ca} = 8.5$, $\text{Mg} = 2.97$, $\text{P} = 2.38$, $\text{K} = 19.65 \text{ g/kg}$ y $\text{N} = 2.5 \text{ g/lit}$) de establo de ordeño en las propiedades químicas de un Planossol con con $\text{pH} = 5.7$ y bajos contenidos de $\text{P}_{\text{Mehlich-1}}$ (3 mg/dm^3), K (56 mg/dm^3), Ca ($2.3 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$) y Mg ($1.9 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$). El experimento se hizo en macetas con capacidad para 20 kg de suelo. Las dosis de N aplicadas, equivalentes en residuos, fueron de 0, 150 y 300 kg/ha, divididas en nueve aplicaciones de N (kg/ha) (una de 0-50-100, otra de 0-25-50 y seis de 0, 10.72 e 21.43). Como fertilización uniforme en cada tratamiento se aplicaron P ($4.5 \text{ g/maceta de } \text{P}_2\text{O}_5$) y K ($0.9 \text{ g/maceta de } \text{K}_2\text{O}$). En las macetas se utilizaron como cobertura cultivares de *Cynodon* y *Digitaria*. Los análisis en los cambios en fertilidad se hicieron entre 0 y 10 cm y entre 10 y 28 cm de profundidad, 1 año después de aplicados los tratamientos. Se observaron diferencias ($P < 0.01$) entre las dosis de N aplicadas como residuos para P, K, Mg y pH del suelo, pero no para Ca. Se encontró un incremento en el K en el suelo a medida que aumentó la cantidad de residuos aplicada. La cobertura del suelo con la gramínea tuvo un efecto ligero en el pH. Los contenidos de K y Mg, y el pH en el suelo variaron entre profundidades. La interacción profundidad x dosis de N como residuo afectó significativamente la concentración de K en el suelo.

Summary

The effect of applying milking shed wastes (Ca = 8.5, Mg = 2.97, P = 2.38, K = 19.65 g/kg and N = 2.5 g/lit) on the chemical properties of a Planosol, with pH = 5.7 and low P_{Mehlich-1} contents (3 mg/dm³), K (56 mg/dm³), Ca (2.3 cmol_c/dm³) and Mg (1.9 cmol_c/dm³), was studied under greenhouse conditions at the Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Cnpab), located in Seropédica (RJ, Brazil) at 33 m.a.s.l., 21° 45' S and 43° 41' W. The experiment was carried out in 20-kg soil-filled pots. The application rates of N, equivalent in waste, were 0, 150, and 300 kg/ha, divided into nine applications of N (kg/ha): one of 0-50-100, another of 0-25-50, and six of 0, 10.72, and 21.43. Uniform fertilization in all treatments consisted of P (4.5 g/pot applied as P₂O₅) and K (0.9 g/pot, applied as K₂O). *Cynodon* and *Digitaria* cultivars were used as cover crops in the pots. Changes in fertility were analyzed at depths between 0 and 10 cm and between 10 and 28 cm, 1 year after treatment application. Differences (P < 0.01) were observed between the N rate applied as waste regarding soil P, K, Mg, and pH, but not regarding Ca. Soil K increased with increasing amount of waste applied. Soil coverage with grass slightly affected pH. Soil K and Mg contents and pH varied depending on depth. The interaction depth x N rate as waste significantly affected soil K concentration.

Referências

- Christie, P. e Beattie, J. A. 1989. Grassland soil microbial biomass and accumulation of potentially toxic metals from long-term slurry application. *J. Appl. Ecol.* 26(2):597-612.
- Freitas, S. P.; Sediya, T.; Silva, A. A.; e Sediya, M. A. 1998. Efeitos de resíduos da suinocultura sobre a atividade do diuron aplicado ao solo. *Revista Ceres* 45(262):491-504.
- Gianello, C. e Ernani, P. R. 1983. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. *Rev. Bras. Ci. Solo* 285-290.
- Holanda, J. S.; Meielniczuc, J.; e Stammel, J. G. 1982. Utilização de esterco e adubação mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Ci. Solo* (6):47-51.
- Kiehl, J. E. 1985. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres Ltda. 492 p.
- Glaser, B.; Bol, R.; Preedy, M.; McTiernan, K. B.; Clark, M.; e Amelung, W. 2001. Short-term sequestration of slurry-derived carbon and nitrogen in temperate grassland soil as assessed by ¹³C and ¹⁵N natural abundance measurement. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164(5):467-474.
- Lyngstad, I. e Tveitnes, S. 1996. Effect of cattle slurry on grass yield and soil nutrient status. *Norw. Agric. Sci.* 10(1):71-82.
- Matos, A. T.; Sediya, M. A.; Freitas, S. P., Vidigal, S. M.; e Garcia, N. C. 1997. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquido de suínos. *Rev. Ceres* 44(254):399-410.
- Mugwira, L. M. 1976. Effects of dairy cattle manure on millet and rye forage and soil properties. *J. Environ. Qual.* (8):251-255.
- Mbagwu, J. S.; Piccolo, A.; e Spallacci, P. 1991. Effects of applications of organic wastes from different sources on chemical, rheological and structural properties of some Italian surface soils. *Bioresource Technol.* 37(1):71-78.
- Paul, J. W. e Zebbarth, B. J. 1997. Denitrification during the growing season following dairy cattle slurry and fertilizer application for silage corn. *Can. J. Soil Sci.* 77(2):241-248.
- Silva, F. C. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Primeira edição, Rio de Janeiro, CNPS. 370 p.
- Sommer, S. G.; Olsen, J. E.; e Christensen, B. T. 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. *J. Agric. Sci.* 117(1):91-100.
- Sutton, A. L.; Nelson, D. W.; Kelly, D. T.; e Hill, D. T. 1986. Comparison of solid vs. liquid dairy manure applications on corn yield and soil composition. *J. Environ. Qual.* 15(4):370-375.
- Stevens, R. J. e Laughlin, R. J. 2002. Cattle slurry applied before fertilizer nitrate lowers nitrous oxide and dinitrogen emissions. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 66(2):647-652.

Acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo na raiz e parte aérea em cultivares de *Digitaria* e *Cynodon* sob o efeito de nitrogênio na forma de chorume bovino*

A. de Moura Zanine; P. F. Dias; J. C. Carvalho e S. M. Souto**

Introdução

Uma consequência da criação de animais em confinamento e semiconfinamento é a produção de grandes volumes de dejetos. Grande parte desses dejetos são lançados diretamente nos cursos d'água ou acumulada inadequadamente, provocando sérios desequilíbrios ecológicos (Chateaubriand et al., 1989).

O resíduo orgânico conhecido como chorume é obtido da água de lavagem de currais, pocilgas e granjas, sendo constituído de fezes, urina, restos de rações e pêlos. Oliveira (1993) registrou que a produção média de resíduo líquido proveniente de gado de leite é de 9.4 l/dia e do esterco de 10 a 15 kg/animal. Embora alguns trabalhos tenham registrado perdas de N logo após a aplicação (Petersen, 1998; Glaser et al. 2001; Stevens e Laughlin, 2002) que podem ser minimizadas pelo ajuste das taxas de aplicação do chorume com a exigência da cultura (Dilz et al., 1990), pela incorporação ou injeção do chorume ao solo (Helnonen-Tanski et al. 2001), e pela aplicação do chorume nas horas do dia (Moal et al. 1995) e estações do ano (Smith et al., 1995) com temperaturas mais amenas.

Devido a estes fatores e aos altos custos dos fertilizantes químicos, se faz necessário o estudos das características químicas, modo de aplicação e

quantidades de chorume que podem ser aplicadas ao solo para trazer o máximo de equilíbrio para o ecossistema, sem esquecer da produtividade.

O uso de chorume bovino nos solos agrícolas tem gerado aumentos de produtividade em várias culturas (Barcellos et al., 1991; Trehan, 1995; Melo et al., 1997; Gonçalves et al., 2001) e estudos conduzidos no campo demonstraram a existência de respostas inter e intra específicas de gramíneas ao chorume aplicado (Studdy et al., 1995; Estavillo et al., 1996; Wightman et al., 1998).

Em vista desses antecedentes o presente trabalho objetivou estudar o efeito de doses de nitrogênio na forma de chorume, sobre a produção de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e fósforo (P) da parte aérea e raízes de quatro gramíneas forrageiras do gêneros *Digitaria* e *Cynodon*.

Material e métodos

O experimento foi instalado em vasos com capacidade de 22 dm³ de solo, em área da Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa/Cnpab) localizada no Km 47 da BR 465, Seropédica-RJ (latitude 21° 45', longitude 43° 41' e altitude 33 m).

O solo usado foi classificado como Planossolo de reação ácida pH_{água} = 5.7, Al = 0 cmol_c/dm³ e baixos teores de P_{Mehlich-1} = 3 mg/dm³, K = 56 mg/dm³, Ca = 2.3 cmol_c/dm³, Mg = 1.9 cmol_c/dm³.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 4x3, com quatro gramíneas – duas cultivares de *Digitaria*, Transvala e o Suazi; e duas de *Cynodon* Tifton-85 e

* Parte da tese do primeiro autor para obtenção do título Magister Scientiae no Curso de Zootecnia da UFRRJ em Seropédica-RJ.

** Respectivamente, Bolsista de Mestrado da CAPES, Aluno do Programa de Pós-graduação em Zootecnia-UFRuralRJ; Pesquisador da PESAGRO-RJ; Professor do DNAP-IZ-UFRuralRJ; e Pesquisador da Embrapa-Agrobiologia.

Coast-cross – e três doses de N na forma de chorume, com cinco repetições. As doses de N (kg/ha) (0, 150 e 300) foram divididas em nove aplicações (20/12/2001, 23/01/2002, 01/03, 04/04, 01/06, 27/07, 21/09, 26/10 e 28/11). Na primeira e segunda aplicação usou-se 50% das doses de chorume, com a finalidade de estimular o crescimento inicial das raízes, e o restante das doses foi aplicada parceladamente em partes iguais para outras sete aplicações com a finalidade de diminuir as perdas de N, segundo Estavillo et al. (1996). A composição por kg de chorume aplicado nos vasos foi a seguinte: M.O. = 870 g; P = 73.8 g; K = 6 g; Ca = 19.5; Mg = 4.6 g e o N = 2%.

Foi feita uma adubação antes do plantio, especificamente para atender as necessidades de P (4.5 g/vaso de P_2O_5) e K (0.9 g/vaso de K_2O) dos capins nesse solo. O plantio dos capins nos vasos (8 mudas/vaso) foi feito no dia 05/12/2001 tomando cuidado de uniformizá-las para cada cultivar.

Foram feitos nove cortes (22/01/2002, 26/02, 03/04, 30/05, 26/07, 20/09, 25/10; 29/11 e 03/01/2003) a cada 35 dias no período chuvoso e a cada 56 dias no período de escassez de chuva. As análises do N e P foram realizadas no laboratório da Embrapa/Cnpab, conforme a metodologia de Silva (1999). Os parâmetros avaliados foram a MS, N e P total da parte aérea e raízes. Os parâmetros analisados nas raízes foram feitos após o último corte e os da parte aérea para os nove cortes sendo que neste caso os resultados apresentados se referem as médias dos nove cortes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As doses de 150 e 300 kg/ha de N proporcionaram maior acúmulo de MS, N e P na raízes dos capins cvs. Coast-cross, Suazi, Tifton-85 e Transvala, quando comparadas com a testemunha (Tabela 1). Schimidt et al. (2003) encontraram que a aplicação de 180 kg/ha de N durante a fase de estabelecimento triplicou a MS, N e P total nas raízes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em relação a testemunha. Esses autores também mostraram uma relação de dependência desses parâmetros com as doses de N e com a idade das plantas. Os teores de N encontrados (Tabela 1) nas raízes não explicam o aumento do N total acumulado proporcionado pelas doses de N do chorume que, por outro lado, proporcionaram aumentos na MS. Bataglia et al. (1983) também não encontraram diferenças no teor de N com aplicação de N de esterco de galinha que justificassem o seu

Tabela 1. Acúmulo de MS, N e P nas raízes da planta sob efeito de doses de N de chorume bovino e quatro capins. Médias de cinco repetições.

N (kg/ha)	MS (g/vaso)	N (mg/vaso)	P (mg/vaso)
0	31 b*	146 b (0.47) ^j	12 b (0.04) ⁱ
150	62a	284 a (0.45)	34 a (0.05)
300	59 a	250 a (0.42)	39 a (0.07)
Capins (cvs.)			
Suazi	32 b	165 b	17 c
Transvala	54 ab	229 ab	32 ab
Coast-cross	64 a	263 a	40 a
Tifton85	53 ab	249 ab	27 ab

* Promedios seguidos da mesma letra nas columnas não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.005$). Número entre parenteses significa: j = N% e i = P%.

comprometimento no aumento de N total nas raízes de *Brachiaria*, e França et al. (1999) em observações feitas em outras gramíneas cultivadas mostraram que o influxo radicular de N declinou com a idade da planta, enquanto o N total acumulado acompanhou o aumento da MS radicular.

O capim cv. Coast-cross produziu, aproximadamente, mais 21% e 10% de MS e N total, respectivamente, do que os capins cv. Transvala e Tifton-85 que não diferenciaram entre si, e produziram mais 60% e 45% do que o capim cv. Suazi (Tabela 1). Foram observadas diferenças entre os capins para o P acumulado nas raízes, o capim cv. Coast-cross acumulou mais 37% de P que os cvs. Tifton-85 e Transvala, que acumularam mais 70% de P que o capim cv. Suazi (Tabela 1).

A interação significativa entre as doses de N e os capins mostraram que se diferenciaram apenas na dose mais alta de N (300 kg/ha) para MS (g/vaso) e N (mg/vaso) acumulados nas raízes, onde o cv. Coast-cross (81 e 333) foi superior ao cv. Suazi (40 e 166) e igual ao cv. Transvala (66 e 253) e o cv. Tifton-85 (50 e 248), que não diferenciaram entre si; enquanto o P acumulado nas raízes na dose 300 kg/ha de N os capins cv. Coast-cross (60 mg/vaso) e Transvala (50 mg/vaso) não se diferenciaram entre si e foram superiores aos capins cv. Tifton-85 (28 mg/vaso) e cv. Suazi (21 mg/vaso).

Na Tabela 2 são mostrados os efeitos das doses de N do chorume e dos capins no acúmulo de MS, N e P na parte aérea das plantas. O acúmulo de N na parte aérea dos capins foi afetado pelas doses de N do chorume. A maior dose de N (300 kg/ha) aplicada proporcionou um acréscimo de 145% de N em relação a testemunha (Tabela 2). Schimidt et al. (2003) registraram acréscimo de 180% de N acumulado na

Tabela 2. Acúmulo de MS, N e P na parte aérea da planta sob efeito de doses de N de chorume bovino em quatro capins. Médias de cinco repetições.

N(kg/ha)	MS(g/vaso)	N(mg/vaso)	P(mg/vaso)
0	60 c*	599 c (0.98) ^j	84 c (0.14) ⁱ
150	123 b	1097 b (0.89)	193 b (0.16)
300	160 a	1451 a (0.91)	303 a (0.19)
Capins (cvs.):			
Suazi	117 a	1001 a	183 a
Transvala	106 a	1072 a	183 a
Coast-cross	120 a	1114 a	188 a
Tifton85	115 a	1108 a	220 a

* Promédios seguidos da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey ($P < 0.005$). Número entre parênteses significa: j = N% e i = P%.

parte aérea do capim *Panicum Maximum* cv. Tanzânia em relação a testemunha, quando adubado com 180 kg/ha de N e mostraram uma dependência linear do N acumulado com as doses de N do chorume e idade da planta. Aumentos de N acumulado em gramíneas forrageiras com aplicação de esterco foram obtidos por Barcellos (1991), Oliveira et al. (1997) e Gonçalves et al. (2001).

O chorume aplicado não afetou o teor de N na parte aérea dos capins, com uma média para as três doses de N igual a 0.93% (Tabela 2), demonstrando que o acréscimo do acúmulo do N total proporcionado pelo chorume foi devido ao efeito do N no aumento da MS do capim. Schimidt et al. (2003) já haviam observado esse efeito no capim cv. Tanzânia, e Merzlaya et al. (1990) num experimento conduzido durante 15 anos mostraram que a aplicação de 400 kg/ha de N do chorume aumentou os teores de N das gramíneas *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*, porém os valores nunca excederam a 0.6 % na MS.

Considerando que um teor de 1.12-1.18% de N ou 7-8% de proteína bruta na MS da planta constitui a exigência mínima de bovinos de corte em crescimento (Minson, 1990), verifica-se que os teores de N encontrado para os capins (Tabela 2) não atenderam a esse requisito. Schimidt et al. (2003) já haviam observado em capim cv. Tanzânia que também com a maior dose de N (180 kg/ha) do chorume esse requisito não havia sido atingido. Bataglia et al. (1983) encontraram que com o uso de esterco de galinha a parte aérea de *Brachiaria* apresentou 0.68% de N, valor aquém do estabelecido para bovino de corte em crescimento

O acúmulo de P na MS da parte aérea da planta foi 260% maior com a dose de 300 kg/ha de N, quando comparada com a testemunha (Tabela 2). Schimidt et al. (2003) encontraram um aumento de 36% de P acumulado em capim cv. Tanzânia com a dose de 180 kg/ha de N e uma dependência linear do P acumulado com a idade da planta e quadrática com a dose de chorume. Merzlaya et al. (1990) obtiveram com aplicação de 300-500 kg/ha de N de chorume aumento de P na parte aérea de gramíneas forrageiras.

Considerando-se que o teor de 0.18% de P na MS da parte aérea da planta constitui a exigência mínima de bovinos de corte em crescimento (NRC, 1976), verifica-se que os capins só atenderiam esse requisito com a dose 300 kg/ha de N. Gonçalves et al. (2001) só conseguiram atingir esse nível de P no capim cv. Tobiatã (*P. maximum*) quando aplicaram esterco bovino (30 kg/ha) mais NPK. Rocha et al. (1996) com os capins cv. Tifton 68 e 85 com a aplicação de 400 kg/ha de N não conseguiram o P necessário para cobrir as exigências de vacas com 400 kg de peso vivo e produção de 7 a 20 kg/dia de leite, que segundo NRC (1989) varia de 0.28% a 0.37% de P, porém esse requisito foi atingido para o capim cv. Coast-cross.

Foram observadas diferenças na MS, N e P acumulados da parte aérea das doses de N dentro de cada capim (dados não mostrados), sendo que para os capins cvs. Coast-cross, Transvala e Tifton 85 a sequência foi 300 > 150 > 0 kg/ha de N e para cv. Suazi 300 = 150 > 0 kg/ha de N. Dias (1993) comparando os capins cvs. Coast-cross, Transvala e Suazi encontrou que independente das doses de N, o Coast-cross foi a gramínea que apresentou maior acúmulo de MS e N na planta.

Conclusões

O capim cv. Coast-cross produziu mais MS, N e P nas raízes com a aplicação da maior dose de N (300 kg/ha). Na parte aérea os cvs. Coast-cross, Transvala e Tifton 85 produziram mais com 300 kg/ha de N e o cv. Suazi com 150 kg/ha. Tanto na raiz como na parte aérea, a aplicação das doses de N não aumentou o teor e N, assim o aumento do N total em ambas as partes da planta foi devido ao efeito das doses de N do chorume no aumento da MS da planta. Mesmo a maior dose de N não foi suficiente para satisfazer a exigência do mínimo necessário de N para bovino de corte em crescimento, no entanto, esse requisito foi atendido com relação ao P em todas os capins com a maior dose de N.

Resumen

En la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, Seropédica RJ, Brasil, bajo condiciones de casa de vegetación se realizó un experimento en macetas utilizando un Planossolo de reação ácida $pH_{\text{agua}} = 5.7$, $Al = 0 \text{ cmol/dm}^3$ e baixos teores de $P_{\text{Mehlich-1}} = 3 \text{ mg/dm}^3$, $K = 56 \text{ mg/dm}^3$, $Ca = 2.3 \text{ cmol/dm}^3$, $Mg = 1.9 \text{ cmol/dm}^3$ para evaluar el efecto de tres dosis de N (0, 150 y 300 kg/ha) en la forma de residuos orgánicos resultantes de sala de ordeño de bovinos (M.O. = 870 g; P = 73.8 g; K = 6 g; Ca = 19.5; Mg = 4.6 g e o N = 2%) aplicadas en forma fraccionada en la acumulación de MS, N y P en las raíces y parte aérea de cultivares de *Cynodon* (cvs. Coast-cross y Tifton 85) y *Digitaria* (cvs. Transvala y Suazi). Se utilizó un diseño experimental de bloque al azar en arreglo factorial 4x3 (cuatro cultivares y tres dosis de N) y cinco repeticiones. Se observó que las dosis de 150 y 300 kg/ha de N favorecieron una mayor acumulación de MS, N y P en las raíces de las plantas que en el testigo sin aplicación de residuos. Las diferencias entre cultivares sólo se presentaron con la mayor dosis de N en el cv. Coast-cross que presentó mayor acumulación de MS, N y P en las raíces. Las acumulaciones de MS, N y P en la parte aérea de los pastos con la dosis de 300 kg/ha de N fueron, respectivamente, 166%, 145% y 260% mayor que en el testigo. Se encontró que los cvs. Coast-cross, Transvala y Tifton 85 acumularon más MS, N y P en la parte aérea de la planta cuando las dosis de N aplicadas aumentaron desde 0 hasta 300 kg/ha, mientras que en cv. Suazi no se encontraron diferencias entre 150 y 300 kg/ha de N. La aplicación de residuos no afectó la concentración de N en la raíz ni en la parte aérea de la planta, por tanto, el aumento total de este nutrimento en ambas partes de la planta fue debido al efecto de dichos residuos en la mayor producción de MS de la planta.

Summary

The effect of three application rates of N (0, 150, and 300 kg/ha) on the accumulation of DM, N, and P in the roots and shoots of *Cynodon* cv. Coast-cross and Tifton 85 and *Digitaria* cv. Transvala and Suazi was evaluated under greenhouse conditions at the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro in Seropédica (RJ, Brazil). Pots contained acid Planosol soil ($pH_{\text{water}} = 5.7$, $Al = 0 \text{ cmol/dm}^3$ and low levels of $P_{\text{Mehlich-1}} = 3 \text{ mg/dm}^3$, $K = 56 \text{ mg/dm}^3$, $Ca = 2.3 \text{ cmol/dm}^3$, and $Mg = 1.9 \text{ cmol/dm}^3$). The N was applied fractionated, in the form of organic waste gathered from milking sheds (OM = 870 g; P = 73.8 g; K = 6 g; Ca = 19.5; Mg = 4.6 g, N = 2%). A randomized experimental block design arranged in a 4x3 factorial (four cultivars and three N application

rates) was used with five replicates. Application rates of 150 and 300 kg N/ha favored greater accumulation of DM, N, and P in plant roots as compared with the check treatment (no N). Differences between cultivars only occurred with the higher N rate in cv. Coast-cross, which presented higher accumulation of DM, N, and P in roots. With the application rate of 300 kg N/ha, the accumulation of DM, N, and P in the shoots of grasses were, respectively, 166%, 145%, and 260% higher than in the check treatment. Cultivars Coast-cross, Transvala, and Tifton 85 accumulated more DM, N, and P in the shoots when the N rates applied increased from 0 to 300 kg/ha, whereas in cv. Suazi no differences were observed between applications of 150 and 300 kg N/ha. The application of organic waste did not affect root or shoot N concentration. Therefore the total increase of N in both parts of the plant can be attributed to the effect of this waste on the higher DM production of the plant.

Referências

- Barcellos, L. A. 1991. Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos. Tese de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. 108 p.
- Bataglia, O. C.; Berton, R. S.; Camargo, O. A.; e Valadares, J. M. 1983. Resíduos orgânicos como fontes de nitrogênio para capim brachiária. Rev. Bras. Ci. Solo 7:227-284.
- Chateaubriand, A. D.; Loureiro, B. T.; Caixeta, T. J.; e Loures, E. G. 1989 Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulcos, na cultura do milho (*Zea mays* L.). Rev. Ceres 36(205):264-277.
- Dias, P. F. 1993. Rendimento, composição bromatológica e digestibilidade in vitro de três gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes doses de nitrogênio. Tese de Doutorado em Agronomia. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil. 129 p.
- Dilz, K.; Postmus, J.; e Prins, W. H. 1990. Residual effect of long-term applications of farmyard manure to silage maize. A case study to test the Sluijsmans Kolenbrander model. Fertilizer Res. 26(1-3):249-252.
- Estavillo, J. M.; Gonzales-Murua, C.; Besga, G.; e Rodrigues, M. 1996. Effect of cow slurry N on herbage productivity, efficiency of N utilization and on white clover content in a natural sward in the Basque Country Spain. Grass Forage Sci. 51(1):1-7.
- França, M. G.; Rossiello, R. O.; Zonta, E.; Araujo, A. P.; e Ramos, F. T. 1999. desenvolvimento radicular e influxo de nitrogênio em duas cultivares de arroz. Pesq. Agropec. Bras. 34:1845-1853.

- Glaser, B.; Bol, R.; Preedy, M.; McTiernan, K. B.; Clark, M.; e Amelung, W. 2001. Short term sequestration of slurry-derived carbon and nitrogen in temperate grassland soil as assessed by ^{13}C and ^{15}N natural abundance measurement. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164(5):467-474.
- Gonçalves, C. A.; Azevedo, G. P. C. De; e Dutra, S. 2001. Adubação mineral e orgânica em *Panicum maximum* cv. Tobiatã como alternativa para capineira. *Pasturas Tropicales* 23(3):36-41.
- Helnonen-Tanski, H.; Uusi-Kampa, J.; e Morris, R. 2001. Runoff of faecal microorganisms and nutrients from perennial grass ley after application of slurry and mineral fertilizer. *Water Sci. Techn.* 43(12):143-146.
- Melo, A. S.; Capeche, C. L.; Macedo, J. R.; Carmo, C. A.; Meneguelli, N. A.; Silva, E. F.; Resende, H. C.; e Santos, D. M. 1997. Efeito de fontes de nutrientes na cultura do milho em um Podzólico vermelho-escuro degradado, Prado-M.G. En: *Anais do Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*. 26. Rio de Janeiro. p. 252.
- Merzlaya, G.; Gaborcik, M.; Krajcovic, V.; e Zimkova, M. 1990. Pasture productivity under application of organic fertilizers. En: *Proceedings of the General Meeting of the European Federation*. 13. Banska Bystrica. p. 539-541.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Londres. 483 p.
- Moal, J. F.; Martinez, J.; Guizion, F.; e Coste, C. M. 1995. Ammonia volatilization following surface applied pig and cattle slurry in France. *J. Agric. Sci.* 125 (2):245-252.
- NRC (National Research Council). 1976. Nutrient requirements of domestic animals. 5^a. ed. No. 4. Washington, National Academy of Science. 55 p.
- _____. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6^a. ed. Washington, National Academy of Science. 157 p.
- Oliveira, E. de; Postiglioni, S. R.; Sá, J. P.; e Oliveira, J. C. 1997. Efeito da adubação orgânica e mineral no rendimento de *Hermarthra altissima* e *Cynodon dactylon*. En: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 34. Juiz de Fora-MG. p. 145-147.
- Oliveira, P. A. 1993. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Documentos no. 127. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cnpas), Concórdia, Brasil. 188 p.
- Petersen, S. O.; Lind, A. M.; e Sommer, S. G. 1998. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. *J. Agric. Sci.* 130:69-79.
- Rocha, G. P.; Evangelista, A. R.; Paiva, P. C.; Freitas, R. T.; Garcia, E.; e Rosa, B. 1996. estudos da composição de três gramíneas do gênero *Cynodon*. *J. Anim. Sci.* 74(5):1126-1136.
- Schmidt, L. T.; Dias, P. F.; Souto, S. M.; Rossiello, R. O.; e Zanine, A. de M. 2003. Absorção e acúmulo de nutrientes no capim Tanzânia (*Panicum maximum*) em resposta a aplicação de nitrogênio como chorume bovino. *Pasturas Tropicales*. 25(1):10-16.
- Silva, F. C. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1^a. Ed., Rio de Janeiro: CNPS. 370 p.
- Smith, K. A.; Jackson, D. R.; Unwin, R. J.; Bailey, G.; e Hodgson, I. 1995. Negative effects of winter and spring applied cattle slurry on the yield of herbage at simulated early grazing first cut silage. *Grass Forage Sci.* 50(2): 124-131.
- Stevens, R. J. e Laughlin, R. J. 2002. Cattle slurry applied before fertilizer nitrate lowers nitrous oxide and dinitrogen emission. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 66:647-652.
- Studdy, C. D.; Morris, R. M.; e Ridge, I. 1995. The effects of separated cow slurry liquor on soil and herbage nitrogen in *Phalaris arundinacea* and *Lolium perenne*. *Grass Forage Sci.* 50(2):106-111.
- Trehan, S. P. 1995. Comparison of inorganic fertilizers and cattle slurry for meeting nitrogen needs of maize and potatoes. *J. Indian Potato Assoc.* 22(1-2):1-7.
- Wighman, P. S.; Weddell, J. R.; Boller, B.; e Stadelmann, F. J. 1998. Species and varietal differences in response to slurry application. En: *Proceedings of the Fodder Crop Amenity Grasses*, S.F.R.S.A p.57-59.

Evaluación de cepas de rizobio en *Chamaecrista* creciendo en suelos disturbados por minería de aluvión

F. H. Orozco P.* , M. Medina S.** y A. Londoño U.***

Introducción

En la región del Bajo Cauca en Antioquia (Colombia) la explotación de oro por minería a cielo abierto ha dejado grandes extensiones de suelos aluviales disturbados y erosionados, lo que ha obligado al inicio de estrategias para su recuperación. La ganadería ha sido tradicionalmente una de las actividades más importantes en la región, lo que justifica la investigación tanto en especies forrajeras pioneras como en aquellas introducidas con potencial de producción y para la recuperación del ecosistema en estas condiciones, entre ellas *Chamaecrista*, un género de leguminosa arbustiva con alta producción de biomasa y buena capacidad simbiótica para fijar N del aire (Allen y Allen, 1981; Ducke, 1949; Smith, 1985; Flores et al., 2000), que incluye especies originarias de América tropical (Graham, 1984) como *Ch. rotundifolia* cv. Wynn. En forma paralela con esta investigación es necesario evaluar la efectividad de las bacterias nativas en la fijación de nitrógeno (N).

En estudios conjuntos desarrollados por el Centro Australiano de Investigación Agrícola (ACIAR) y la Academia China de Ciencias Agrícolas se encontró que *Ch. Rotundifolia* presentó el mejor desempeño entre 200 especies de esta leguminosa, cuando se evaluaron por su potencial para la recuperación de suelos ácidos erosionados (Casanova et al., 1997). Carino-DA y Daehler (2002) en Hawaii encontraron que *Ch. nictitans* es una especie invasora apropiada para la rehabilitación de pasturas cuando se incorpora en el suelo. Cruz et al. (1999) en un Oxisol en Belém,

Brasil, encontraron diferencias entre épocas seca y lluviosa en la producción (2.8 vs. 4.1 t/ha de MS) y calidad del forraje de *Ch. Rotundifolia*.

En la familia Rhizobiaceae existen algunos géneros de bacterias con capacidad para fijar N y entre ellas algunas especies y ecotipos muestran una mejor capacidad cuando se encuentran en simbiosis con diferentes especies de leguminosas nativas e introducidas en suelos degradados (Orozco y Gómez, 1994; Álvarez et al., 1997; Rendón, 1998; Orozco et al., 2001). Se reconoce que las especies del género *Bradyrhizobium* son las más comunes entre estas bacterias que infectan especies de leguminosas tropicales (Doignon-Bourcier, et al., 2000), sin embargo, Orozco et al. (2001) encontraron que bajo las condiciones en las cuales se realizó este trabajo, las especies de *Rhizobium* son igualmente efectivas para *Chamaecrista* y *Aechinomene*.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* spp. y *Bradyrhizobium* spp., nativas y procedentes de la colección del Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad Nacional de Medellín, en la producción de biomasa aérea, el desarrollo de nódulos y la fijación de N en las raíces de *Ch. rotundifolia* CIAT 18005, *Ch. nictitans* CIAT 18780 más una accesión nativa de *Ch. rotundifolia*.

Materiales y métodos

Material vegetal

El género *Chamaecrista* pertenece a la familia Fabaceae subfamilia Caesalpinaceae y comprende varias especies, la mayoría sin habilidad para nodular y fijar nitrógeno.

Chamaecrista rotundifolia es nativa de Brasil y se conoce también como 'cassia de hoja redonda'

* Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. horozco@perseus.unalmed.edu.co

** Profesora Asistente Universidad de Antioquia. solmedina@agronica.udea.edu.co

*** Estudiante Ing. Agronómica Universidad Nacional sede Medellín. aalondo2@tifon.unalmed.edu.co

(*Cassia rotundifolia*) (Flores-Franco y Sousa, 2000). Es una planta perenne con hábito de crecimiento semierecto cuando se presenta en poblaciones densas y postrado cuando se somete a pastoreo, de buena adaptación en suelos ligeros y bien drenados de textura liviana. Presenta una alta producción de semillas que favorecen su multiplicación, aunque tiene una baja palatabilidad y sólo es aprovechada por los animales en la época seca con escasez de forraje.

Chamaecrista nictitans es una especie nativa de América tropical que crece en suelos arenosos de baja fertilidad desde México hasta Brasil (Smith, 1985), también se conoce como *Cassia* y *Aeschynomene green* (Whistler, 1988). Es una planta herbácea, perenne sufruticosa, flores de una a tres en las axilas de las hojas cortamente pediceladas, vaina plana, dehiscente, semillas de color pardo oscuro casi cuadradas.

Antes de la siembra, las semillas fueron escarificadas con ácido sulfúrico al 5% durante 5 min, lavadas con abundante agua y pregerminadas sobre papel filtro en cajas de Petri en estufa a 28° C durante 4 días.

Bacterias

Se utilizaron bacterias de los géneros *Bradyrhizobium* y *Rhizobium* aisladas de diferentes leguminosas pioneras en la zona de estudio (Rendón, 1998). Las cepas nativas de *Bradyrhizobium* evaluadas fueron CUNMS 105, 116, 117, 119 y 125 y la subcepa CUNMS 267 con resistencia a antibióticos; las de *Rhizobium* fueron CUNMS 160, 162, 164, 169 y la subcepa CUNMS 271 resistente a antibióticos (Cuadro 1). Estas cepas fueron evaluadas en forma individual o en mezcla, en los tratamientos siguientes: M1 = CUNMS (161 + 116 + 169), M2 = CUNMS (116 + 119 + 125), M3 = CUNMS (120 + 125 + 169) y M4 = CUNMS (105 + 271 + 162).

Sustrato

Como sustrato se utilizó material espólico recolectado en un Entisol disturbado por labores de minería en la región del Bajo Cauca, con 5 años de reposo antes de ser destruido. Este material se pasó por tamiz de 10 mm y sus características físico-químicas eran las siguientes: textura FA, pH = 5.8, M.O. = 1.2%, CIC efectiva = 4.4, P = 6 ppm, NO₃ = 24 ppm, NH₄ = 6 ppm. El contenido de bases (meq/100 g) era: Ca = 2.9, Mg = 1.1, K = 0.27 y Na 0.12 y el de elementos menores (ppm): Fe = 22, Mn = 24, Cu = 3, Zn = 2 y

Cuadro 1. Características de las cepas de bacterias empleadas en el ensayo. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Cepa y código Universidad Nacional-Medellín	Especie de origen	Procedencia	Inóculo empleado (x10 ⁹) ^a
<i>Bradyrhizobium</i>			
CUNMS 105	<i>Arachis pintoi</i>	Universidad Nacional (Medellín)	3.4
CUNMS 116	<i>Arachis hypogaea</i>	Caucasia (Antioquia)	5.3
CUNMS 117	<i>Alisicarpus vaginalis</i>	Caucasia (Antioquia)	4.8
CUNMS 119	<i>Desmodium incanum</i>	Caucasia (Antioquia)	3.1
CUNMS 120	<i>Aeschynomene</i> sp.	Caucasia (Antioquia)	4.0
CUNMS 271	Varias leguminosas	Subcepa CIAT 3101 con resistencia a 250 ppm de estreptomycin y 100 ppm de gentamicina.	3.3
<i>Rhizobium</i>			
CUNMS 125	<i>Mimosa pigra</i>	Caucasia (Antioquia)	3.8
CUNMS 160	<i>Aeschynomene americana</i>	Caucasia (Antioquia)	1.6
CUNMS 161	<i>Gliricidia sepium</i>	Caucasia (Antioquia)	6.5
CUNMS 162	<i>Cassia moschata</i>	Caucasia (Antioquia)	4.1
CUNMS 164	<i>Alisicarpus vaginalis</i>	Caucasia (Antioquia)	6.1
CUNMS 169	<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	Puerto Valdivia (Ant)	3.5
CUNMS 267	Varias leguminosas	Subcepa CIAT 899 con resistencia a 100 ppm de estreptomycin y 40 ppm de novobiocina.	2.5

a. Conteo en cámara de Neubauer.

B = 0.1. Este material se mezcló en proporción de 4:1 con cascarilla de arroz.

Metodología

Para el cultivo de las plantas de la leguminosa se emplearon potes consistentes en tubos de PVC de 30 cm largo y 10 cm de diámetro con fondo en malla de sarán, que se llenaron con el sustrato antes descrito. En cada pote se transplantaron cuatro plántulas que se inocularon con una dilución proporcional a la concentración de bacterias/ml de cada cepa (Cuadro 1). Tres semanas después del transplante se realizó un raleo para dejar 2 plantas/pote y se aplicaron 10 ppm/pote de fósforo como H_3PO_4 . Durante el primer mes del ensayo se aplicó diariamente riego por microaspersión y posteriormente, cada 2 días.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 19 tratamientos trece cepas CUNMS solas + cuatro grupos de mezclas de cepas CUNMS + N -N (Cuadro 2) y cuatro repeticiones. El tratamiento con N consistió en la aplicación de 60 kg/ha de N en forma de NH_4NO_3 . Cuatro meses después de la siembra se midieron la producción de biomasa aérea (MS, g/planta), la acumulación de nitrógeno en la parte aérea de la planta (mg/planta) y el peso seco de nódulos/planta (mg/pote). Los resultados se analizaron con el

programa de Sistemas de Análisis Estadístico (SAS) y se compararon los promedios mediante una prueba de Tukey. Para estas mediciones la raíz se separó de la parte aérea y se lavó para retirar los nódulos que se secaron a 50° C hasta alcanzar un peso constante; la parte aérea se secó a 60° C hasta un peso constante antes de tomar una submuestra para determinar su contenido de N total mediante el método Kjeldal.

Resultados y discusión

Chamaecrista rotundifolia CIAT 18005 presentó la mayor producción de biomasa de la parte aérea cuando se inoculó con la cepa *Rhizobium* CUNMS 162, aunque tanto en este parámetro como en el peso de nódulos y fijación de N no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre ésta y otros grupos de cepas (Cuadro 2). Fue interesante observar que la aplicación de N no afectó la nodulación como sí ocurrió en trabajos anteriores con otras especies de leguminosas (Orozco y Gómez, 1994; Alvarez et al., 1997; López, 1999; Orozco et al., 2001). Debido a la falta de significancia de los tratamientos, no es posible asegurar que en las condiciones de este ensayo esta leguminosa responda a la aplicación de las cepas probadas, lo que permite deducir que en estos suelos existen cepas nativas efectivas para las leguminosas. También es interesante observar que en este estudio la cepa

Cuadro 2. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nódulos(mg/pote) (mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	N (%)
CUMNS 162	4699.7 a*	81.00	49.452 ab	1.05
CUMNS 169	4298.3 ab	68.33	67.810 a	1.58
CUMNS 120	4027.0 abc	61.00	56.283 ab	1.40
Con N	3836.3 abc	67.00	42.967 ab	1.12
CUMNS 119	3673.7 abc	69.67	39.561 ab	1.08
CUMNS 125	3367.7 abc	52.67	50.175 ab	1.48
Sin N	3325.3 abc	58.33	48.245 ab	1.45
CUMNS 105	3264.3 abc	112.30	46.018 ab	1.42
M2 = (116 + 119 + 125)	3198.0 abc	48.67	44.871 ab	1.39
CUMNS 161	3180.7 abc	57.67	42.481 ab	1.33
CUMNS 164	3177.3 abc	77.00	44.213 ab	1.40
M4 = (105 + 271 + 162)	2795.7 abc	78.00	40.176 ab	1.39
CUMNS 267	2692.0 abc	45.00	44.976 ab	1.66
M1 = (161 + 116 + 169)	2583.0 bc	50.67	34.971 b	1.35
CUMNS 271	2576.7 bc	47.67	38.870 ab	1.52
CUMNS 116	2568.7 bc	33.33	33.888 b	1.33
CUMNS 117	2428.3 bc	55.00	34.688 b	1.44
M3 = (120 + 125 + 169)	2280.3 c	61.33	35.696 b	1.56
CUNMS 160	2108.0 c	31.67	28.884 b	1.37

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Rhizobium CUNMS 160 (recolectada en *Aeschynomene* sp.) presentó el desempeño más pobre y fue superada por la mayoría de las demás cepas, lo que contrasta con los hallazgos de Orozco et al. (2001) cuando esta cepa fue inoculada en *Aeschynomene falcata*.

La inoculación con la cepa *Rhizobium* CUNMS 169 favoreció la mayor concentración de N en el tejido de la planta, no obstante, los valores encontrados no fueron diferentes ($P < 0.05$) a los de otros grupos de cepas utilizados. El comportamiento de esta cepa es interesante debido a que fue aislada de *Ch. rotundifolia* nativa, similar a la probada en este trabajo.

En general, *Chamaecrista* produjo una aceptable cantidad de MS (en promedio 3162 mg/pote) con un contenido de N de 1.38%, si se tiene en cuenta que son suelos disturbados por labores de minería y que la aplicación de insumos fue mínima. En relación con el testigo (sin inoculante ni aplicación de N), las cepas *Rhizobium* CUNMS 162, 169, 120, 119 y 125 produjeron, en promedio, 20% más MS, valor que se puede considerar bajo si se comparan con los encontrados por Cruz et al. (1999) para la misma especie pero en un suelo normal.

La especie nativa de *Ch. rotundifolia* presentó una respuesta aceptable a la aplicación de N (Cuadro 3) lo que es interesante por tratarse de una especie adaptada naturalmente a las condiciones ecológicas de la región del Bajo Cauca. También es interesante su respuesta a las diferentes cepas de *Rhizobium*, especialmente a la cepa *Rhizobium* CUNMS 267, que es una subcepa de *Bradyrhizobium* CIAT 3101 recomendada por el CIAT para varias leguminosas tropicales, entre ellas *Arachis pintoi*. La formación de nódulos en el tratamiento con N contrasta con los resultados de Orozco y Gómez (1994), Álvarez et al. (1997), López (1999) y Orozco et al. (2001) quienes encontraron una fuerte reducción en la nodulación con la aplicación de este nutrimento.

Chamaecrista nictitans presentó una buena respuesta en producción de MS cuando se inoculó con las cepas *Bradyrhizobium* CUNMS 267 y *Rhizobium* CUNMS 271 y 164 (Cuadro 4). Al igual que con *Ch. rotundifolia*, la aplicación de N no afectó la nodulación ni el contenido de N en el tejido de esta leguminosa. Por su baja producción de MS, *Ch. nictitans* no parece ser entre las evaluadas, la especie más promisoría en la región, no obstante, su aceptable concentración de N (1.57%) (Figura 1).

Las respuestas encontradas con la inoculación de *Chamaecrista* en este estudio concuerdan con los

Cuadro 3. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista rotundifolia* nativa. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	Nódulos (mg/pote)	N (%)
Con N	4276.3 a*	63.26 a	90.6	1.48
CUNMS 267	3780.3 ab	54.62 abc	93.0 a	1.42
CUNMS 162	3401.0 abc	48.20 abc	111.0	1.43
CUNMS 119	3222.0 abc	47.69 abc	100.0	1.48
CUNMS 125	3116.3 abc	41.82 abc	83.7	1.44
CUNMS 164	3111.0 abc	44.63 abc	81.7	1.47
CUNMS 160	2801.0 abc	46.86 abc	98.3	1.67
CUNMS 169	2759.0 abc	38.25 bc	140.7	1.41
CUNMS 161	2720.0 abc	35.46 bc	126.7	1.34
M2 = (116 + 119 + 125)	2699.7 abc	39.70 bc	105.3	1.43
CUNMS 116	2680.3 abc	38.68 bc	92.7	1.45
CUNMS 271	2665.7 abc	44.82 abc	115.7	1.70
M1 = (161 + 116 + 169)	2582.3 bc	37.06 bc	95.3	1.44
Sin N	2547.7 bc	37.78 bc	106.0	1.48
CUNMS 105	2386.3 bc	33.37 bc	99.3	1.40
CUNMS 117	2361.0 bc	41.17 bc	103.3	1.74
M4 = (105 + 271 + 162)	2140.0 bc	42.93 abc	91.7	2.02
CUNMS 120	1887.0 c	30.87 c	87.0	1.64
M3 = (120 + 125 + 169)	1873.7 c	30.20 c	120.7	1.59

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Cuadro 4. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista nictitans*. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nódulos(mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	N (%)
CUNMS 267	2309.7 a*	37.33 ab	33.53 a	1.45
CUNMS 271	2060.7 ab	36.66 ab	30.86 ab	1.49
CUNMS 164	2016.7 ab	26.33 ab	30.87 ab	1.50
CUNMS 105	1971.3 abc	26.00 ab	27.96 ab	1.42
Con N	1866.3 abc	22.66 ab	27.62 ab	1.48
CUNMS 117	1838.7 abc	38.33 ab	27.39 ab	1.47
CUNMS 160	1823.3 abc	38.00 ab	28.44 ab	1.58
CUNMS 120	1816.3 abc	33.33 ab	31.18 ab	1.72
M 4= (105 + 271 + 162)	1789.0 abc	44.00 a	26.48 ab	1.48
M 2= (116 + 119 + 125)	1639.7 abc	14.00 b	31.91 a	1.94
CUNMS 116	1612.3 abc	34.33 ab	23.19 ab	1.44
CUNMS 162	1585.3 abc	29.33 ab	30.16 ab	1.92
CUNMS 161	1557.7 abc	24.00 ab	26.96 ab	1.73
CUNMS 119	1508.7 bc	31.66 ab	22.16 ab	1.47
M 3= (120 + 125 + 169)	1489.0 bc	29.33 ab	23.31 ab	1.54
CUNMS 169	1435.3 bc	33.00 ab	22.17 ab	1.53
CUNMS 125	1216.7 c	24.33 ab	16.59 b	1.36
Sin N	1204.3 c	28.00 ab	20.27 ab	1.68

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

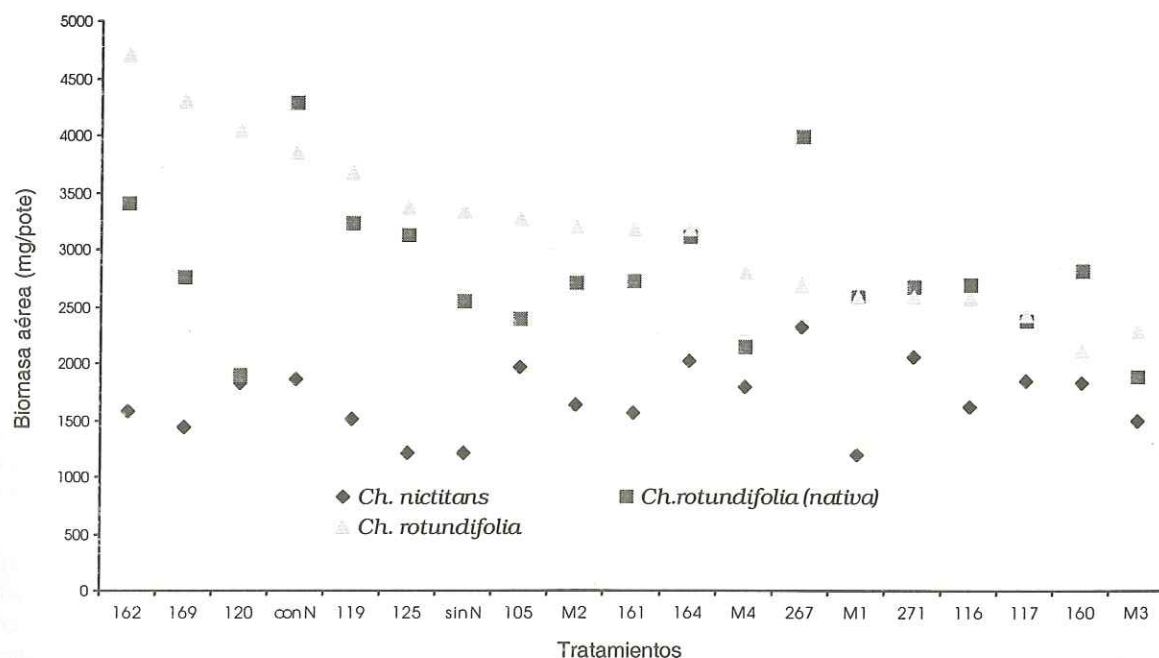


Figura 1. Efecto de diferentes cepas de rizobio sobre tres accesiones del género *Chamaecrista*. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

trabajos anteriores con *Aeschynomene* en este mismo ambiente. Pueppke y Broughton (1999) encontraron una especie de *Chamaecrista* que nodulaba cuando se inoculaba con cepas de *Rhizobium* USDA 257 y la NGR234.

Los aislados empleados en este trabajo y denominado como posible *Rhizobium* por su crecimiento rápido, quizás correspondan a uno de los géneros de *Sinorhizobium terangae* o al nuevo género *Mesorhizobium plurifarum*, los cuales fueron aislados y

propuestos por Lajudie et al., (1998) para aislados de varias especies de leguminosas tropicales entre las cuales se encontraba *Chamaecrista*. En un trabajo similar Doignon-Bourcier et al. (2000) encontraron que 21 cepas aisladas de leguminosas tropicales, varias de ellas empleadas en este trabajo, pertenecían al género *Bradyrhizobium*.

Conclusiones

En general, los grupos de tratamientos de *Rhizobium* que presentaron las mayores respuestas en las especies de *Chamaecrista* evaluadas estuvieron conformados indistintamente por el género de *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, siendo la cepa *Bradyrhizobium* CUNMS 267 la de mejor comportamiento, seguida por la cepas nativas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 en la accesión *Ch. rotundifolia* CIAT 18005.

Chamaecrista rotundifolia CIAT 18005 no respondió a la aplicación de N y su respuesta a la inoculación con las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169, a pesar de mejorar notoriamente la biomasa y el contenido de N, no fue significativa.

Chamaecrista rotundifolia nativa respondió a la aplicación de N e igualmente a la inoculación con varias de las cepas evaluadas.

Chamaecrista nictitans aunque presentó una baja adaptación, su respuesta a la inoculación con varias cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 fue buena.

El efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* en *Chamaecrista* fue altamente específico. Las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 presentaron respuestas promisorias y con potencial en la recuperación de suelos erosionados en el Bajo Cauca.

Resumen

Se evaluó la respuesta de *Chamaecrista rotundifolia* y *Ch. nictitans* y un ecotipo nativo de este género a once cepas nativas, cinco de lento crecimiento (posible *Bradyrhizobium*) y seis de rápido crecimiento (posible *Rhizobium*), obtenidas de diferentes especies de leguminosas que crecen en suelos disturbados y erosionados por labores de minería en el Bajo Cauca de Antioquia (Colombia). Se utilizó un diseño completamente al azar con 19 tratamientos y cuatro repeticiones. Como variables se evaluaron la biomasa aérea, el peso seco de nódulos y la acumulación de nitrógeno en el tejido aéreo. En general, los grupos de

tratamientos de *Rhizobium* que presentaron las mayores respuestas en las especies de *Chamaecrista* evaluadas estuvieron conformados indistintamente por *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, siendo la cepa *Bradyrhizobium* CUNMS 267 la de mejor comportamiento, seguida por la cepas nativas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 en la accesión *Ch. rotundifolia* CIAT 18005. *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005 no respondió a la aplicación de N y su respuesta a la inoculación con las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169, a pesar de mejorar notoriamente la biomasa y el contenido de N, no fue significativa. *Chamaecrista rotundifolia* nativa respondió a la aplicación de N e igualmente a la inoculación con varias de las cepas evaluadas. *Chamaecrista nictitans* aunque presentó una baja adaptación, su respuesta a la inoculación con varias cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 fue buena. El efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* en *Chamaecrista* fue altamente específico. Las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 presentaron respuestas promisorias y con potencial en la recuperación de suelos erosionados en el Bajo Cauca antioqueño.

Summary

The response of *Chamaecrista rotundifolia*, *Ch. nictitans*, and a native ecotype of this genus to 11 native *Rhizobium* strains — five slow-growing (possibly *Bradyrhizobium*) and six fast growing (possibly *Rhizobium*) — was evaluated in a completely randomized design with 19 treatments and 4 replicates. Strains were obtained from different legume species grown in disturbed, eroded mining soils in Bajo Cauca de Antioquia (Colombia). Variables evaluated were shoot biomass, dry weight of nodes, and N accumulated in shoot tissue. In general, those *Rhizobium* treatments that elicited greater response in the *Chamaecrista* species evaluated were formed indistinctly by *Rhizobium* or *Bradyrhizobium*. The strain *Bradyrhizobium* CUNMS 267 performed best, followed by the native *Rhizobium* strains CUNMS 162 and 169 in accession *Ch. rotundifolia* CIAT 18005. *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005 did not respond to N application, and its response to inoculation with *Rhizobium* strain CUNMS 162 and 169, despite notably improving biomass and N content, was not significant. Native *Ch. rotundifolia* responded to both N application and inoculation with several of the tested strains. Although *Ch. nictitans* presented low adaptation, its response to inoculation with several *Rhizobium* strains and *Bradyrhizobium* CUNMS 267 was good. The effect of inoculation with *Rhizobium* strains on *Chamaecrista* was highly specific. *Rhizobium* strains CUNMS 162 and 169 and *Bradyrhizobium* CUNMS 267 elicited

promising responses and showed potential to recover eroded soils in Bajo Cauca de Antioquia.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional sede Medellín (DIME) por la financiación del presente trabajo como parte del Proyecto código 0802594 y al Banco de Germoplasma del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT por el suministro del germoplasma de las especies de *Chamaecrista*.

Referencias

- Alvarez, L. C.; Zuluaga J. C.; Gómez E.; y Orozco P. F. 1997. Asociación maní (*Arachis hipogaea*) inoculado con *Bradyrhizobium* spp. y pasto en suelos degradados por minería. Suelos Ecuatoriales 27:232-235.
- Allen, O. N. y Allen, O. K. 1981. The leguminosae a source book of characteristic uses and nodulation. The University Wisconsin Press. Madison.
- Carino, A. D. y Daehler, C. C. 2002. Can inconspicuous legumes facilitate alien grass invasions. Ecography 25(1):33-41.
- Casanova, A.; MacLeod, D.; y Scott, J. 1997. Forages to reclaim the red soils of southern China. En: Lee, B. (ed.). Partners issue number 10. China. Australian Center for International Agriculture Research (ACIAR). p.18-23
- Cruz, E. D.; Camarão, A. P.; y Simão, N. M. 1999. Forage production and nutritive value of *Chamaecrista rotundifolia* (Persoon) Greene in the eastern amazon, Brazil. Pasturas Tropicales. 21(3):46-48.
- Doignon-Bourcier, F.; Willems, A.; Coopman, R.; Laguerre, G.; Gillis, M.; y Lajudie, P. 2000. Genotypic characterization of *Bradyrhizobium* strains nodulating small senegalese legumes by 16S-23S rRNA intergenic gene spacers and amplified fragment length polymorphism fingerprint analyses. Appl. environ. microbiol. 66(9):3987-3997.
- Ducke, A. 1949. Notas sobre a flora neotropical. II. As leguminosas da amazonia brasileira. Bol. téc. no.18. 2ª. edición. IAN, Belém. 28 p.
- Flores-Franco, G. y Sousa-S, M. 2000. Especie nueva de *Chamaecrista* (leguminosae, cesalpinoideae) de mesoamérica. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bot. 71(1):19-23.
- Graham, G. 1984. Pastures species minor legume in Central Queensland Beef Industry Institute DPI Q/D and Lesland regle, Dept of natural resources Queensland.
- Lajudie-P.; Willems-A.; Nick, G.; Moreira,F.; Molouba, F.; y Hoste, B. 1998. Characterization of tropical tree rhizobia and description of *Mesorhizobium plurifarum* sp. nov. Intern. J. Syst. Bact. 48(2):369-382
- López, H. J. 1999. Determinación del efecto de algunos fungicidas sobre la simbiosis *Rhizobium-arveja* (*pisum sativum*). Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 110 p.
- Orozco, P. F. y Gómez F. E. 1994. Recuperación biológica de suelos. VII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Memorias. Bucaramanga, Octubre 1994. p. 48-60.
- Orozco, F. H.; Medina, S. M; Restrepo, L. R.; y Cuartas, A.M. 2001. Interacción *Aeschynomene* spp. con bacterias Rhizobiaceae de suelos degradados por minería de aluvión. Suelos Ecuatoriales 31(2):249-255.
- Pueppke, S. G y Broughton, W. J. 1999. *Rhizobium* sp. strain NGR234 and *R. fredii* USDA257 share exceptionally broad, nested host ranges. Mol. Plant Microbe Interac.12(4):293-318AD.
- Rendón, M J. 1998. Caracterización de aislados de la familia Rhizobiaceae de suelos degradados por minería de aluvión del Bajo Cauca antioqueño. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 107 p.
- Smith, A. C. 1985. Flora Vitiensis Nova: A new flora of Fiji, Lawai, Kawai, Hawai. Nat. Trop. Bot. Gard. 3:117-118.
- Whistler, W. A. 1988. Checklist of the weed flora of western Polynesia. Technical paper no. 194, South Pacific Comission, Noumea, Nueva Caledonia. p. 22.

Centrosema pubescens se llama ahora *Centrosema molle*

Rainer Schultze-Kraft

Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

Durante las últimas 2-3 décadas los investigadores agrónomos y zootecnistas que trabajamos con plantas forrajeras tropicales hemos tenido que soportar una serie de cambios en la nomenclatura de nombres científicos. Recordamos algunos que se referían a algo que parecía más bien un asunto ortográfico (por ej., *Stylosanthes guyanensis* que pasó a *S. guianensis*), otros a nivel de especie (por ej., el pasto Guatemala, *Tripsacum andersonii*, que antes se llamaba *T. laxum*), otros a nivel de género (por ej., *Cassia rotundifolia* que cambió a *Chamaecrista rotundifolia*), y otros hasta tanto a nivel de género como de especie (por ej., la soya perenne que de *Glycine javanica* pasó a *Neonotonia wightii*). Aunque en ocasiones nos hemos sentido algo incómodos inicialmente, al final hemos aceptado los cambios, confiando en que los expertos y taxónomos especializados en los respectivos géneros a nivel mundial habrán llegado a sus decisiones después de haber realizado exhaustivos estudios con base en los especímenes depositados en los herbarios principales del mundo.

La mayor parte de estos cambios se deben a que se descubrió que la respectiva especie había sido descrita con anterioridad bajo otro nombre y por otro autor botánico, nombre el cual, por tanto, según las normas internacionales de nomenclatura botánica, se considera prioritario. Hay otros casos en los cuales un cambio se debe a que se descubrió que una descripción original fue posteriormente mal interpretada llevando a confusiones en las clasificaciones subsiguientes.

Este último es el caso de *Centrosema pubescens*, una especie descrita en el siglo antepasado por Bentham (1837). Sin embargo, fue apenas durante el taller de trabajo sobre *Centrosema* celebrado en el

CIAT, Cali (Colombia) en febrero de 1987, que R. J. Williams y R. J. Clements denunciaron que el material tipo de *C. pubescens* no concordaba con la especie que agronómicamente se conocía por este nombre, representada por ej. por la variedad comercial conocida en Australia como Common centro o, en Brasil como *Centrosema comum* (Williams y Clements, 1990). Más bien, el material tipo de *C. pubescens* concordaba con lo que se consideraba como *Centrosema schiedeanum*, una especie aún no válidamente publicada (antes: *Clitoria schiedeana* Schlecht.), representada por el cultivar comercial australiano Belalto. Sin embargo, en el taller de trabajo no se propuso ningún cambio de nomenclatura sino se sugirió seguir usando *C. pubescens* y *C. schiedeanum* hasta que, con base en un estudio taxonómico más a fondo, se encontrara el nombre correcto para *C. pubescens* (Williams y Clements, 1990).

Mientras tanto, el nombre correcto para la especie que agronómicamente se conoce como *C. pubescens* fue postulado por Fantz (1996): *Centrosema molle* Mart. ex Benth.1. Esta especie también había sido descrita por Bentham en 1837, quien, sin embargo, 22 años más tarde, en su aporte a de Martius' *Flora Brasiliensis* (Bentham, 1859), ya no la consideró como una especie separada sino como sinónimo de *C. pubescens*. Con base en un estudio de especies centroamericanas de *Centrosema*, incluyendo un detallado análisis del espécimen tipo de *C. pubescens* y una exhaustiva discusión de todos los tratamientos taxonómicos que involucran a *C. pubescens*, Fantz (1996) aporta una serie de evidencias que corroboran que en el pasado existió un uso confundido de los nombres *C. pubescens* y *C. schiedeanum*, que definitivamente son dos especies diferentes, y que para reemplazo del nombre *C. pubescens* el nombre *C. molle* – antes considerado como sinónimo – tenía prioridad.

Como consecuencia, todo el material de la especie agronómicamente conocida como *C. pubescens* (con la

* La «ll» en *molle* no se pronuncia como «ll» en español, sino como «ll» en inglés. Por ejemplo, Dallas.

excepción del cultivar australiano Belalto) debe llamarse *C. molle* (*C. molle* Mart. ex Benth.), y todo el material de la especie agronómicamente conocida como *C. schiedeanum* debe llamarse *C. pubescens* (*C. pubescens* Benth.). Esto aplica, por ejemplo, a todas las 1208 accesiones de *C. pubescens* y 49 accesiones de *C. schiedeanum*, respectivamente, registradas en el Catálogo Mundial de Germoplasma de *Centrosema* (Schultze-Kraft et al., 1989). Para el no especialista en detalles taxonómicos, la diferencia principal entre las dos especies es la muy notoria pubescencia de, por ejemplo, los cogollos y las inflorescencias en el caso de *C. pubescens* (lo cual explica también por qué Bentham escogió este nombre para la especie). Ambas especies forman parte del grupo *C. macrocarpum* el cual, además de *C. molle* y *C. pubescens*, está conformado por *C. acutifolium*, *C. capitatum*, *C. grandiflorum*, *C. grazielae*, *C. macrocarpum*, y *Centrosema* sp.n. No. 4 (ined.) (Williams y Clements, 1990).

La presente sugerencia del cambio de nombres no es sólo para cumplir con el formalismo de una correcta taxonomía 'per se', sino también por la razón de ser de la taxonomía: un medio de comunicación común para evitar que haya malentendidos cuando nos referimos a alguna especie. Esto es particularmente importante cuando se trata de especies que han dado origen a variedades comerciales tales como cv. Belalto para *C. pubescens* en Australia, y para *C. molle* los cultivares Common centro y Cardillo en Australia, *Centrosema* comum en Brasil, El Porvenir en Honduras, Villanueva en Cuba, y Barinas (= CIAT 15160) en el sureste asiático. Y es aún más importante si se considera que el germoplasma de ambas especies sigue siendo objeto de investigaciones agronómicas con los respectivos intercambios de información.

Bibliografía

- Bentham, G. 1837. *Centrosema* DC. Commentationes de leguminosarum generibus. J.P. Sollinger, Vienna. p. 53-56.
- Bentham, G. 1859. *Centrosema*. In: Martius, C.F.P. de (ed.), Flora Brasiliensis, 15 vols. C.F.P. de Martius, Munich, Bavaria. Vol. 15, part 1, p. 124-134.
- Fantz, P.R. 1996. Taxonomic notes on the *Centrosema pubescens* Bentham complex in Central America (Leguminosae: Phaseoleae: Clitoriinae). Sida (Contributions to Botany) 17(2): 321-332.
- Schultze-Kraft, R., Williams, R.J., Coradin, L., Lazier, J.R. and Kretschmer Jr., A.E. 1989. World catalog of *Centrosema* germplasm. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) and International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Cali, Colombia. 319 p.
- Williams, R.J. and Clements, R.J. 1990. Taxonomy of *Centrosema*. En: Schultze-Kraft, R. and Clements, R.J. (eds.), *Centrosema: Biology, agronomy, and utilization*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 1-27.

R. Schultze-Kraft, junio de 2003

Algunas normas para las contribuciones a Pasturas Tropicales

Los investigadores en pastos tropicales están invitados a enviar sus contribuciones, ya sea como Artículos Científicos, Notas de Investigación o como Comentarios. Estas categorías tienen las siguientes características:

Artículos Científicos. Escritos sobre resultados experimentales que sigan la metodología científica; deben incluir la descripción de los antecedentes, hipótesis y objetivos, materiales y métodos, resultados y su interpretación con base en análisis estadísticos, y conclusiones sobre los hallazgos más sobresalientes.

Notas de Investigación. Descripciones parciales o finales de investigaciones, que incluyan observaciones de interés, por ejemplo:

- Investigaciones y observaciones sobre plagas y enfermedades
- Técnicas especiales y métodos de investigación
- Comportamiento de nuevos ecotipos y cultivares
- Productividad animal en sistemas extensivos o intensivos con base en pasturas tropicales
- Seminarios, conferencias, simposios y reuniones de trabajo de interés para los investigadores en pastos en los trópicos.

Recomendaciones

- Las contribuciones deben ser originales y no exceder de 10 páginas escritas a máquina a doble espacio. Las figuras y cuadros deben incluirse en hojas separadas, y las fotografías en blanco y negro deben ser por lo menos de tamaño postal y en papel brillante para su buena reproducción. La leyenda de las fotografías debe ir en hoja aparte, y en ningún caso en el revés de las mismas.
- Las revisiones de literatura no se consideran publicaciones originales, y su publicación depende de que el Comité Editorial las considere de suficiente interés y profundidad.
- El título de la contribución debe ser conciso y dar idea del contenido del escrito. Debajo del título se debe incluir el nombre de los autores. Sus títulos y direcciones van al pie de la página.
- Los Artículos Científicos y las Notas de Investigación deben constar de una breve introducción que destaque los antecedentes y la importancia del tema, así como una adecuada revisión de literatura; a continuación, una descripción de los materiales y métodos utilizados, incluidos el período de tiempo en el cual se condujo la investigación, los datos de clima, la situación geográfica del sitio experimental, la clasificación y análisis del suelo, el nombre científico de plantas, patógenos,

etc., y el diseño experimental utilizado. Los resultados y discusión pueden ir juntos o separados y deben incluir cuadros y figuras, con sus correspondientes análisis estadísticos. Las conclusiones deben derivarse de los aspectos significativos de la investigación y sus implicaciones en el campo de la producción animal.

- La publicación de la contribución como Nota de Investigación en Pasturas Tropicales no invalida su utilización posterior por los autores en cualquier otra publicación.
- Es necesario incluir el nombre completo de la institución donde se hizo la investigación, así como el nombre de instituciones o personas a quienes se dan agradecimientos.
- Las referencias deben citarse en el texto entre paréntesis (autor y año de publicación) y al final del escrito se dan las citas completas. Estas incluyen el nombre del autor o autores, el año de publicación, el título del material, el nombre del editor, de la casa editorial y lugar de impresión; en el caso de libros, además el volumen y número de páginas de la publicación o páginas citadas.

Estilo

- Las medidas de peso, longitud y volumen deben expresarse en sistema decimal. Evite las unidades de medida local, p. ej., plaza, fanegas, etc., pero si debe citarlas, dé su equivalente en sistema decimal.
- Los datos de producción deben expresarse en t/ha, kg/ha, g/maceta, g/día, etc.
- Los números inferiores a 10 se escriben en letras, excepto cuando indiquen tiempo, dinero y medidas comunes, por ej., 8 min, 3 kg/día, 5 mm.
- Para los productos químicos, utilice el nombre común y no el comercial. Además, indique el nombre del ingrediente activo y su concentración.
- Las cantidades de dinero deben expresarse en moneda local, con su equivalente en dólares de los Estados Unidos.
- Utilice notas al pie de las páginas, cuadros o figuras, para explicar abreviaturas y símbolos poco frecuentes.

Pasturas Tropicales se publica en español con resúmenes en inglés; también publica contribuciones en portugués, inglés, o francés en su idioma original con resumen en español a inglés.

