

EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE FÓSFORO NA *Brachiaria Brizantha* CV. MARANDU CULTIVADA EM DOIS TIPOS DE SOLOS¹

GIOVANA ALCANTARA MACIEL,² SÉRGIO ELY GIGANTE VALADÃO DE ANDRADE COSTA,³
ANTONIO EDUARDO FURTINI NETO,⁴ MOZART MARTINS FERREIRA⁴ E ANTONIO RICARDO EVANGELISTA⁵

1. Trabalho realizado no Departamento de Solos da UFLA, Lavras, MG.

2. Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas da UFLA, Cx. Postal: 3037. E-mail: gimaciel22@yahoo.com.br

3. Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas da UFRS. E-mail: sergioely@hotmail.com,

4. Professores adjuntos, DCS/UFLA, bolsistas do CNPq. E-mail: afurtini@ufla.br – mozartmf@ufla.br.

5. Professor adjunto, DZO/UFLA, bolsista do CNPq. E-mail: aricardo@ufla.br

RESUMO

O experimento foi realizado no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de fósforo, no momento da implantação do capim Marandu, no conteúdo de fósforo (P), no teor de nitrogênio (N) e na produção de massa seca da parte aérea da Braquiária. Cultivou-se a forragem por um período de 180 dias em vasos (3 dm³), tendo como substratos os solos Latossolo vermelho distroférrico (LVdf) e Neossolo quartzarenico (NQ). Compararam-se as fontes de P: superfosfato triplo (ST - 46,1% P₂O₅ total), fosfato reativo de Arad (FR - 33,1% P₂O₅ total), fosfato natural de Araxá (FA - 22,71% P₂O₅ total) e uma mistura ST+FR (1:1 de P₂O₅ total). Forneceram-se 200 e 350 mg/dm³ de P para o solo NQ e LVdf, respectivamente, com base no teor de P₂O₅ total das fontes. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial (2 solos x 4 fontes P), com quatro

repetições. Com base na adubação nitrogenada de manutenção realizada sempre após cada corte, encontraram-se elevados teores de nitrogênio (N) nas folhas de braquiária, os quais variaram de 1,32 à 2,6 g/kg, para LVdf, e 1,01 a 2,82 g/kg, para o NQ, sendo a variação de proteína bruta (PB) em porcentagem de 8,25 a 16,25% e 6,31 a 17,62%, para LVdf e NQ, respectivamente. A resposta da braquiária às fontes de P foi dependente do tipo de solo, dadas as suas características mineralógicas. A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) maior no NQ e o maior acúmulo de P ao final dos cortes foram observados na braquiária no LVdf. A utilização de fontes de P de maior solubilidade promoveu maior produção de MSPA. Os teores de N encontrados na braquiária foram elevados quando se utilizaram fontes menos solúveis como o FA e o FR. O crescimento e as produções de massa seca foram limitados, pela falta de fósforo no estabelecimento da planta.

PALAVRAS-CHAVES: Adubação fosfatada, concentração, pastagem, proteína bruta, solubilidade.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS SOURCES IN *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU CULTIVATED IN TWO SOILS

The experiment was carried out at the Soil Science Department of the Federal University of Lavras, with the objective to evaluate the effect of the furnishment of different phosphorus (P) sources, during the implantation of *Bracharia brizantha* in the accumulation of phosphorus

(P), nitrogen (N) content and shoot's dry matter production (SDMP). The forage was grown in two distinct soils, a clayey dystrophic Red Latosol (Oxisol- LVdf) and in a sandy Neosol (Entisol- NQ), for 180 days, in pots (3 dm³). Four different phosphorus sources were evaluated: triple

superphosphate (TS - 46.1% total P_2O_5), Arad reactive phosphate (AR - 33.1% total P_2O_5), Araxá natural phosphate (AN - 22.71% total P_2O_5), and a 1:1 ratio mixture TS/AR (1:1 total P_2O_5). Each P-source furnished 200 and 350 mg kg^{-1} of P_2O_5 , for the NQ and LVdf soils, respectively, based on the each source's P_2O_5 total content. The experimental design was a completely randomized in 4x2 scheme, with four replicates. Based on the nitrogen (N) complementary fertilization, applied after each cut, high shoot's N content were found ranging from 1.32 to 2.6 g/kg for the LVdf soil and 1.01 to 2.82 g/kg for the NQ soil, such that values for crude protein ranged from 8.25 to 16.25% and 6.31

to 17.62% for the LVdf and NQ soils respectively. Soil's distinct mineralogy influenced Braquiaria response to the different P sources furnished. Considering that the shoot's dry matter production (SDMP) was higher in the NQ soil, and the total P accumulation after four cuts was higher in the LVdf soil. The use of P- sources of higher solubility promoted higher values for SDMP. High values for braquiaria N content were observed under the addition of low solubility P-sources such as, AR and AN. Growth and dry matter production were limited by the lack of phosphorus in the grass's establishment.

KEY-WORDS: Concentration, solubility, crude protein, forage, phosphate fertilization.

INTRODUÇÃO

A área coberta com pastagens no país ultrapassa 150 milhões de hectares, sendo que somente uma pequena parte tem recebido algum tipo de fertilização. A formação das pastagens quase sempre é feita em solos de baixa fertilidade. Aproximadamente 80% da área se encontram em algum estágio de degradação. A recuperação das pastagens é fundamental para o avanço da pecuária, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores produtores de leite e de carne em pasto. De maneira geral, os solos brasileiros destinados às pastagens apresentam baixíssima disponibilidade de fósforo, associada à alta capacidade de adsorção desse nutriente. Dessa forma têm sido observadas respostas das gramíneas à adubação fosfatada, mesmo aquelas do gênero *Brachiaria*, especialmente na formação das pastagens (WERNER, 1994). Entretanto, apesar de responsivas e capazes de desenvolverem-se em solos com baixos teores de fósforo disponível, algumas espécies de *Brachiaria* não requerem, segundo PEREIRA (1987), doses superiores a 45 Kg/ha de P_2O_5 . Esse autor salienta que, por apresentarem baixos requerimentos internos em fósforo, as pastagens de *Brachiaria* não satisfazem as necessidades dos animais.

A eficiência da fonte de fósforo está relacionada com as características do solo, da espécie forrageira e da própria fonte. Mas, independente da fonte, os solos brasileiros representam um forte dreno para o fósforo solubilizado, graças à

elevada capacidade de adsorção desse nutriente. Considerando a expectativa de melhor relação custo-benefício, em virtude do efeito residual, a utilização de fosfatos naturais de baixa e alta reatividade e fosfatos parcialmente acidulados vem sendo amplamente estudada (FREIRE et al., 2005).

A braquiária, diante de seu bom desempenho em solos ácidos e com reduzida disponibilidade de nutrientes, é uma das forrageiras mais utilizadas, segundo NOVAIS & SMYTH (1999). De acordo ainda com esses autores, o P é considerado o elemento mais limitante ao crescimento das forrageiras nos solos tropicais, afetando o desenvolvimento radicular e o potencial de produção de forragem. A eficiência da adubação fosfatada é influenciada por vários fatores, dentre os quais o tipo de solo e a fonte de P utilizada. Comparativamente aos solos arenosos, os solos mais argilosos requerem quantidades mais elevadas de fosfato para atender à demanda de uma dada cultura. Os principais fertilizantes fosfatados enquadram-se em três grupos: de alta solubilidade, de baixa e de solubilidade intermediária. Esses fertilizantes têm sido avaliados em diversas condições de manejo, com o propósito de otimizar as adubações. No presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de fósforo, no momento da implantação do capim Marandu, no conteúdo de fósforo (P), no teor de nitrogênio (N) e na produção de massa seca da parte aérea da Braquiária, cultivada em dois solos com texturas distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. A braquiária foi cultivada por um período de 180 dias em vasos (3-dm^3), tendo como substratos os solos Latossolo vermelho distroférico (LVdf) e Neossolo quartzarenico (NQ). Compararam-se as fontes de P: superfosfato triplo (ST - 46,1% P_2O_5 total), fosfato reativo de Arad (FR - 33,1% P_2O_5 total), fosfato natural de Araxá (FA - 22,71% P_2O_5 total) e uma mistura ST+FR (1:1 de P_2O_5 total). Forneceram-se 200 e 350 mg/dm^3 de P para os solos NQ e LVdf, respectivamente, com base no teor de P_2O_5 total das fontes. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, disposto em esquema fatorial 4×2 , com dois tipos de solo e quatro fontes de P.

A acidez dos solos foi corrigida com calcário dolomítico, visando elevar a saturação por bases para 55% nos dois solos. A adubação básica de semeadura consistiu da aplicação de 100; 100; 40; 0,8; 1,5; 3,5; 5,0; e 0,15 mg dm^{-3} de N, K, S, B, Cu, Mn, Zn e Mo, respectivamente. Aplicaram-se fosfatos concomitantemente à adubação básica. Amostras de solo foram coletadas e analisadas para caracterização dos efeitos dos tratamentos. Manteve-se a umidade do solo a 60% do volume total de poros (VTP). Dez dias após a germinação das plântulas de braquiária, foi feito desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Realizaram-se quatro adubações de cobertura, aplicando-se 20 mg/dm^3 de N e de K por vez. No tratamento-tes-temunha, aplicaram-se 20 mg/dm^3 de P (diamônio fosfato, p.a.) após o primeiro corte, para que houvesse algum desenvolvimento da planta.

Realizaram-se três cortes da parte aérea da braquiária, após um primeiro corte de uniformização, para realização das avaliações necessárias. Não se comparou, no presente trabalho, o efeito de cortes. O material vegetal foi levado à estufa a 65°C até atingir peso constante para determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA). Analisaram-se as amostras quanto aos teores de N e P, conforme metodologias descritas

por MALAVOLTA et al. (1997). Os dados obtidos foram analisados pelo software computacional SISVAR (1999), e as médias comparadas através do teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de fósforo (P) e sua interação com os tipos de solo influenciaram significativamente a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) da *Brachiaria brizantha*. Para as fontes ST e ST+FR, em todos os cortes, a produção de MSPA foi maior no NQ, solo este com baixa capacidade de adsorver fosfatos, em virtude do seu baixo conteúdo de óxidos de Fe e Al em sua composição mineralógica. Dessa maneira, houve maior facilidade de absorção desse nutriente pela planta, o que conseqüentemente proporcionou valores mais elevados de MSPA (Tabela 1). Com relação às outras fontes, observam-se, de um modo geral, melhores produções quando se utilizou FR, ao invés de FA, fato que pode ser explicado pela maior disponibilidade da fonte FR em relação ao FA.

Com relação ao conteúdo de P na braquiária, verificou-se que os maiores valores ocorreram no LVdf (Figuras 1 e 2). Uma explicação para essa observação estaria no efeito da concentração, ou seja, nos tratamentos cuja produção de MSPA foi menor, o teor de P concentrou-se, assim como houve uma diluição desse teor naqueles tratamentos com maior produção de MSPA.

A braquiária cultivada no solo LVdf apresentou, na primeira avaliação, maior acúmulo de P nos tratamentos ST/FR, ST e FR, na segunda, com os tratamentos FR e ST/FR, e na terceira e quarta avaliações, no ST/FR. Para o conteúdo total de P (CTP), verifica-se que o maior acúmulo de P foi encontrado na gramínea tratada com ST/FR e FR, que não diferiu do ST, FA (Figura 1). FAQUIN et al. (1997), em um experimento realizado com *Brachiaria brizantha* cv. marandu em Latossolo, observaram que o superfosfato triplo proporcionou maiores acúmulos de P em relação ao fosfato natural de Araxá, comportamento semelhante ao observado neste experimento, em que os valores

mais elevados no acúmulo de P ocorreram para as fontes mais solúveis (ST e ST+FR) no solo argiloso.

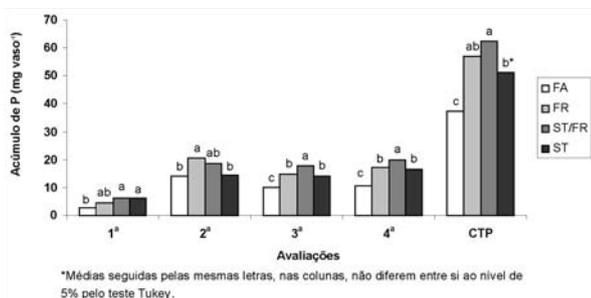


FIGURA 1. Acúmulo de P durante avaliações realizadas e o conteúdo total de P (CTP) da *Bracharia brizantha* submetida a diferentes fontes de P e cultivada em um Latossolo vermelho distroférrico.

Ainda no LVdf, o ST proporcionou maiores conteúdos de P na braquiária. Com relação aos solos, no NQ, durante todo o período experimental, a fonte de maior solubilidade (ST) proporcionou o maior conteúdo de P na braquiária (Tabela 1), ocasionando uma maior produção de matéria seca, diante de uma maior eficiência no uso do P por esta forrageira, principalmente nesse solo de textura arenosa.

TABELA 1. Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do capim-Marandu obtida durante avaliações realizadas no período experimental, em função das diferentes fontes de fósforo.

Tratamento	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação
g/Kg			
Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf)			
ST	15,86 a	13,08 ab	12,32 b
FA	14,52 a	11,26 b	12,72 ab
FR	18,56 a	14,37 a	14,12 a
ST+FR	15,55 a	13,65 a	14,27 a
Neossolo quartzarênico (NQ)			
ST	29,55 a	19,24 a	19,04 a
FA	13,69 c	10,14 c	14,64 b
FR	20,64 b	13,03 b	18,38 a
ST+FR	26,99 a	17,41 a	18,70 a

ST = Superfosfato Triplo, FA = Fosfato de Araxá, FR = Fosfato Reativo de Arad; ¹Médias na coluna, seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Na primeira e terceira avaliações, a braquiária apresentou comportamento semelhante quanto ao acúmulo de P, quando colhido no solo NQ, os quais foram seguidos em ordem crescente pelos tratamentos ST, ST/FR, FR e FA, apresentando efeito significativo entre si (Figura 2). NOVAIS & SMYTH (1999) explicam que a dissolução do fosfato natural deverá ser mais intensa em solos com maior CTC e, particularmente, com maiores teores de matéria orgânica. A elevada eficiência no aproveitamento do P disponível pode ter ocorrido para tal comportamento dessa gramínea forrageira.

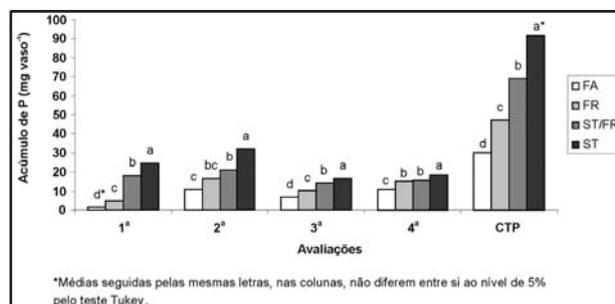


FIGURA 2. Acúmulo de P durante avaliações realizadas e o conteúdo total de P (CTP) da *Bracharia brizantha* submetida a diferentes fontes de P e cultivada em um Neossolo Quartzarênico.

Avaliando-se os teores de N na parte aérea do LVdf, verificou-se que, de maneira geral, as médias dos tratamentos não apresentaram diferença estatística (Tabela 2). No entanto, no solo NQ, observou-se nos tratamentos que receberam ST e ST/FR um menor teor de N em relação aos tratamentos FA e FR. Observação semelhante foi feita durante o período de avaliação, o que pode ser explicado através do efeito da concentração, ou seja, como pode ser observado na Tabela 2, a produção de MSPA nos tratamentos FA e FR foi menor, concentrando-se o teor de N nas folhas, corroborando com o trabalho realizado por MONTEIRO et al. (1995). Esses autores, em cultivo da *Bracharia brizantha* cv. Marandu, em solução nutritiva, verificaram que, com a omissão de fósforo, apresentaram-se plantas raquíticas e sem perfilhos laterais, além de elevada concentração

de nitrogênio na matéria seca, caracterizando o efeito de concentração, em razão do limitado crescimento das plantas.

TABELA 2. Teor de nitrogênio da *Brachiaria brizantha* obtido durante avaliações realizadas no período experimental, em função das diferentes fontes de fósforo.

Tratamento ¹	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação
g/Kg			
Latossolo vermelho distroférrico (LVDF)			
ST	19,55 a	14,25 a	12,80 a
FA	26,40 a	17,75 b	14,55 a
FR	17,90 a	14,50 a	13,20 a
ST+FR	24,25 a	15,00 a	13,10 a
Neossolo quartzarênico (NQ)			
ST	11,00 a	11,25 a	10,55 a
FA	28,25 b	19,00 c	13,55 b
FR	18,65 ab	14,50 b	11,60 a
ST+FR	10,70 a	12,50 ab	10,75 a

ST = Superfósforo Triplo, FA = Fósforo de Araxá, FR = Fósforo Reativo de Araxá; ¹Médias na coluna, seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Como pode ser visto na Tabela 2, no LVdf, na segunda avaliação, observou-se que o tratamento com FA apresentou um teor de N nas folhas superior aos demais tratamentos. Nesse contexto, verificou-se que o mesmo tratamento contribuiu para uma menor produção de MSPA (Figura 1). Esse mesmo comportamento foi observado na terceira avaliação, para o solo NQ. No entanto, na segunda avaliação, observou-se que os teores de N apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo a variação nos teores de N em ordem decrescente a seguinte: FA > FR > ST/FR > ST. Considerando-se que a solubilização do fosfato natural dá-se ao longo do tempo e que existe um elevado requerimento inicial de fósforo pelas plantas forrageiras, não foi observado para fontes de P de baixa solubilidade nas condições deste experimento um aumento na sua disponibilidade ao longo do tempo avaliado. Por isso, considera-se pertinente a estratégia de aplicar no plantio conjuntamente o fosfato natural com a fonte solúvel de fósforo. Dessa forma, observou-

se que os crescimentos, assim como as produções de massa seca, foram limitados pela falta de fósforo no estabelecimento da planta, ou seja, de acordo com FREIRE et al. (2005), a utilização das fontes menos solúveis não é recomendada nessa fase vegetativa. Para isso, recomenda-se, para o estabelecimento de pastagens fontes solúveis de fósforo, aplicações localizadas, próximas às sementes ou mudas, de modo que favoreçam a alta disponibilidade de fósforo junto às raízes, para que atenda aos maiores requerimentos do nutriente na fase de crescimento da planta (FREIRE et al., 2005).

Com base na adubação de manutenção nitrogenada realizada sempre após cada corte, encontraram-se elevados teores de nitrogênio (N) nas folhas de braquiária, variando de 1,32 a 2,6 g/kg, no LVdf, e 1,01 a 2,82 g/kg, para o NQ, sendo a variação de proteína bruta (PB) em porcentagem de 8,25 a 16,25% e 6,31 a 17,62% no LVdf e NQ, respectivamente. Esses valores comprovam a alta capacidade de resposta à adubação nitrogenada das forrageiras de clima tropical, quando comparadas àquelas de climas temperados (FREIRE et al., 2005). As espécies de *Brachiaria* são normalmente caracterizadas pelo baixo teor protéico, o que reflete negativamente no desempenho animal.

O nitrogênio é considerado o elemento-chave na manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea, enquanto o fósforo tem sua relevância no estabelecimento da pastagem (WERNER, 1994). Dessa maneira, dependendo da dose, a adubação nitrogenada pode ser usada com o objetivo de manter a disponibilidade de nitrogênio para evitar o declínio na produção e a sua degradação, ou para intensificar o sistema de exploração com obtenção de elevadas produtividades (MONTEIRO et al., 1995).

Embora esse parâmetro não tenha sido avaliado, sabe-se que a acidez é um fator muito importante para a solubilização dos fosfatos naturais. Nesse âmbito, espera-se que espécies acidificantes da rizosfera favoreçam a dissolução e a eficiência agrônômica desses fosfatos. Em espécies do gênero *Brachiaria*, verificou-se

uma diminuição do pH da rizosfera em resposta ao suprimento de amônio. *A Brachiaria humidicola*, que proporcionou maior produção de H⁺, maior solubilização do fosfato natural, apresentou maior crescimento (LOGAN et al., 2000). Tais resultados apontam para perspectivas de uso dos fosfatos naturais para a fase de manutenção das pastagens, quando os requerimentos externos da planta são efetivamente menores, em razão da maior eficiência na aquisição do fósforo.

CONCLUSÃO

A resposta da braquiária às fontes de P foi dependente do tipo de solo, em razão de suas características mineralógicas, sendo a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) maior no NQ, e o maior acúmulo de P ao final dos cortes na braquiária no LVdf. A utilização de fontes de P de maior solubilidade promoveu maior produção de MSPA para ambos os solos.

Os teores de N encontrados na braquiária foram elevados quando se utilizaram fontes menos solúveis como o FA e o FR.

O crescimento assim, como as produções de massa seca foram limitadas pela falta de fósforo no estabelecimento da planta.

REFERÊNCIAS

- ANURADHA, M.; NARAYANAN, A. Promotion of root elongation by phosphorus deficiency. **Plant Soil.**, v. 136, p. 273-275, 1991.
- FAQUIN, V.; ROSSI, C.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do Braquiário em amostras de Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.6, p.1074-1082, 1997.
- FREIRE, F. M.; FONSECA, D.M.; CANTARUTTI, R.B. Manejo da fertilidade do solo em pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n.226, p.44-53, 2005.
- LOGAN, K. A.B.; THOMAS, R. J.; RAVEN, J. A. Effect of ammonium and phosphorus supply on H⁺ production in gel by two tropical forage grasses. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.23, p.41-54, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.
- MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, D.D.; ABREU, J.B.R. de; DAIUB, J.A.S.; SILVA, J.E.P. da; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n.1, p.135-141, jan.-abr. 1995.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. 1. ed. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.
- PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p.117-196.
- SANTOS, H. Q.; FONSECA, D. M.; CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ V. V. H.; NASCIMENTO JR., D. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 26, p. 173-182, 2002.

SISVAR. **Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1999.

PASTAGENS, 11., 1994, Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: FEAQ, 1994. p. 209-222

WERNER, J.C. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE

Protocolado em: 13 jul. 2006. Aceito em: 19 mar. 2007.