

Teores Críticos de Fósforo em Três Solos para o Estabelecimento de Capim-Mombaça, Capim-Marandu e Capim-Andropogon em Vasos¹

Eduardo Eustáquio Mesquita², José Cardoso Pinto³, Antônio Eduardo Furtini Neto⁴, Ívina Paula Almeida dos Santos⁵, Valdir Botega Tavares⁶

RESUMO - Avaliaram-se, em casa-de-vegetação, os efeitos de doses de fósforo (P) aplicadas em amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo distróférico (LVAd) e Latossolo Vermelho distroférico (LVd) (0, 110, 220, 330 e 560 mg dm⁻³) e em Neossolo Quartzarênico (RQ) (0, 80, 160, 240 e 410 mg dm⁻³), coletadas na Microbacia Hidrográfica do Alto do Rio Grande, no perfilhamento e na produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) do capim-Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e do capim-Andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina), com o objetivo de se identificarem doses críticas de P para o estabelecimento das forrageiras. Realizou-se um experimento em cada solo, com delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial (cinco doses de P x três espécies forrageiras), com três repetições. A elevação nas doses de P incrementaram, de forma linear, os teores de P disponível no solo, avaliados pelos métodos Mehlich-1 e resina. O número de perfilhos por vaso e a produção de MSPA variaram, de forma quadrática, em função das doses de P, enquanto as plantas que não receberam P não perfilharam e a produção de MSPA foi muito baixa. As doses críticas de P para o capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon, respectivamente, foram de 236, 238 e 258 mg dm⁻³ no LVAd; 274, 305 e 253 mg dm⁻³ no LVd e 94, 171 e 163 mg dm⁻³ no RQ, gerando respectivos teores críticos de 81, 79 e 90 mg dm⁻³ no LVAd; 26, 29 e 23 mg dm⁻³ no LVd e 53, 83 e 79 mg dm⁻³ no RQ. Foram constatados menores teores críticos de P no LVd (solo com mais altos teores de silte e argila), correspondentes às maiores doses críticas. Em todos os solos, a aplicação de P favoreceu mais a produção de MSPA que a de MSR.

Palavras-chave: fósforo disponível no solo, perfilhamento, produção de massa seca, relação parte aérea/raiz

Critical Phosphorus Concentrations in Three Soils for the Establishment of Mombaçagrass, Marandugrass and Andropogongrass

ABSTRACT - A pot trial was carried out in a greenhouse to evaluate the effect of phosphorus rates applied in two Oxisols (LVAd and LVd) (0, 110, 220, 330 and 560 mg dm⁻³ de P) and an Entisol (RQ) (0, 80, 160, 240 and 410 mg dm⁻³) on tillering and dry matter yield of shoot (SDM) and root (RDM) of Mombaçagrass (*Panicum maximum* cv. Mombaça), Marandugrass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) and Andropogongrass (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) to identify critical phosphorus rates for obtaining 90% of maximum production. Three experiments were set in complete randomized block design in a factorial scheme (five P rates x three species), with three replicates. The phosphorus rates, linearly increased the P available in soil extracted by Mehlich-1 and resin methods. The tillers number per pot and shoot dry matter changed in a quadratic form with phosphorus rates. Plants in the no P did not tiller and shoot dry matter was very low. The critical P doses, corresponding to 90% of maximum yield, for Mombaçagrass, Marandugrass and Andropogongrass were respectively 236, 231 and 258 mg dm⁻³ in LVAd; 274, 305 e 253 mg dm⁻³ in LVd and 94, 171 and 163 mg dm⁻³ in RQ, with critical P concentration of 81, 79 and 90 mg dm⁻³ in the LVAd; 26, 29 e 23 mg dm⁻³ in the LVd e 53, 83 and 79 mg dm⁻³ in the RQ, respectively. Lower values for the critical P concentration occurred in LVd (soil with higher clay and silt concentrations) than in the others soils, whose concentrations corresponded to higher critical doses. In all soils P application resulted in higher yield of SDM than RDM.

Key Words: available phosphorus in soil, tillering, dry matter production, shoot/root ratio

¹ Trabalho realizado com o apoio do DZO/UFLA, CCA/UNIOESTE e CNPq/MCT.

² Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - Mal. Cândido Rondon. E.mail: mesquita@unioeste.br

³ Professor do Departamento de Zootecnia/UFLA - Lavras, MG. E.mail: josecard@ufla.br

⁴ Professor do Departamento de Ciência do Solo/UFLA - Lavras, MG. E.mail: afurtini@ufla.br

⁵ Doutora pelo Programa de Pós-Graduação do DZO/UFLA - Lavras, MG. E.mail: ivinapaulaa@yahoo.com.br

⁶ Estudante do Programa de Pós-Graduação do DZO/UFLA - Lavras, MG.

Introdução

Os solos sob pastagens naturais ou cultivadas nos municípios de Itumirim (MG), Lavras (MG) e Itutinga (MG), situados na Microbacia Hidrográfica do Alto Rio Grande, são distribuídos em duas categorias predominantes, Latossolos e Cambissolos, originados de gnaisses e rochas pelíticas pobres (Brasil, 1983). Dentro dessas categorias, os mais comuns são classificados como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (LVd), Latossolo Vermelho-Amarelo distroférico de textura média (LVAd) e Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (RQ) (Embrapa, 1999). Os solos RQ, anteriormente classificados como Areias Quartzosas, são profundos, fortemente ácidos, de fertilidade muito baixa, com baixos teores de fósforo (P) disponível e aproveitados para pecuária extensiva (Naime, 1994). Os Latossolos, textura média e argilosa, assumem uma particularidade que é a necessidade de aplicação de quantidade muito mais elevada que a exigida pela planta, pois parte do P aplicado pode ser adsorvido e, ou, precipitado em formas menos solúveis, tornando-se momentaneamente indisponível às plantas.

A baixa disponibilidade de fósforo (P) nesses solos é por demais conhecida. Assim, a aplicação de fósforo prontamente solúvel é de suma importância para o desenvolvimento radicular e o perfilhamento (Fonseca et al., 1988; Corrêa & Haag, 1993; Werner, 1994; Hoffmann et al., 1995), que favorecem o estabelecimento adequado da forrageira e propiciam altas produções de massa seca e de melhor valor nutritivo (Fenster & León, 1982).

Características físico-químicas desfavoráveis dos Latossolos e Neossolos, como baixo pH e baixa disponibilidade de P, restringem o estabelecimento de forrageiras de alta produtividade, como o capim-elefante, capim-Mombaça e o capim-Marandu. Na prática, é comum o estabelecimento de espécies forrageiras em solos com baixa disponibilidade de P, sem a devida aplicação desse nutriente, o que culmina com o baixo perfilhamento e a baixa produção de massa seca (MS). Vários autores (Santos Jr., 2000; Pereira et al., 1997; Hoffmann et al., 1995; 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. e *Andropogon gayanus* Kunth, em resposta a doses de P. A resposta à aplicação de P, normalmente, ajusta-se à função

quadrática, atingindo-se um ponto de máximo. Assim, é possível determinar o teor crítico (TC) de P no solo, que é definido como o teor mínimo, recuperado por um extrator químico, suficiente para 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. No estabelecimento do capim-Marandu, Guss et al. (1990) observaram variações nos TC de P de 32 a 58 mg dm⁻³ em cinco Latossolos de várias texturas. Para *Brachiaria humidicola*, os teores variaram de 46 a 80 mg dm⁻³. Diante dessas variações, fica evidente a necessidade de se determinar o TC de P para cada solo com características distintas, especialmente textura, e para cada espécie em questão. Teores críticos de P em condições de vasos são maiores que em condições de estabelecimento a campo, porém a determinação destes é fundamental para se conhecer as exigências de espécies forrageiras.

Neste trabalho, objetivou-se determinar os teores críticos e as doses críticas de P, na condição de cultivo em vasos, para obtenção de 90% da máxima produção e do máximo perfilhamento no estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina em amostras de Latossolos e Neossolos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG). As amostras de solos, com características físico-químicas distintas (Tabela 1), foram retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade. Os solos foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distroférico (LVAd), textura média; Latossolo Vermelho distroférico (LVd), textura argilosa e Neossolo Quartzarênico (RQ), textura arenosa (Embrapa, 1999); localizados, respectivamente, nos municípios de Itumirim (MG), Lavras (MG) e Itutinga (MG) e circunscritos, geograficamente, pela Microbacia Hidrográfica do Alto Rio Grande.

As amostras de solo foram peneiradas e corrigidas para elevar a saturação por bases a 60%, incubando-as por 20 dias com calcário dolomítico, contendo CaCO₃ e MgCO₃ na relação estequiométrica 4:1, em quantidades calculadas de acordo com a Comissão de

Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

Cinco doses de P foram aplicadas nas amostras de Latossolos (0, 110, 220, 330 e 560 mg dm⁻³) e nas amostras de Neossolo (0, 80, 160, 240 e 410 mg dm⁻³), sob a forma de H₃PO₄ p.a. (P = 45,98 gL⁻¹), para cada uma das três espécies forrageiras (*Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina), escolhidas em função no nível tecnológico, ou seja, capim-Mombaça espécie de alto nível, capim-Marandu de médio nível e capim-Andropogon de baixo nível tecnológico (Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, 1999). Optou-se pelo uso do H₃PO₄ p.a. por apresentar alta solubilidade e apenas um H⁺ ionizável, gerando pouca acidez, comprovada por meio da análise de solo. As

combinações de doses de P com as espécies, em cada solo, foram arrançadas aleatoriamente em esquema fatorial, em delineamento de blocos completos ao acaso, com três repetições.

Cada solo foi subdividido em volumes de 4 dm³, onde se aplicaram as respectivas doses de P. Todos os vasos receberam adubações com reagentes p.a., por ocasião da semeadura, nas quantidades de: 150, 50, 100, 0,8, 4,0, 5,0, 0,15, 3,6 e 1,5 mg dm⁻³, respectivamente de K, S, N, B, Fe, Zn, Mo, Mn e Cu, sob as formas de KCl, (NH₄)₂SO₄, NH₄NO₃, H₃BO₃, FeSO₄.7H₂O, ZnSO₄.7H₂O, Na₂MoO₄.2H₂O, MnSO₄.H₂O e CuSO₄.5H₂O. Após 15 dias da aplicação dos nutrientes, retiraram-se amostras de solo de cada vaso, para dosagem do P disponível (extratores

Tabela 1 - Características químicas e físicas de amostras dos solos LVAd, LVd e RQ, coletadas nos municípios de Itumirim (MG), Lavras (MG) e Itutinga (MG), respectivamente
Table 1 - Chemical and phisycs characteristics of LVAd, LVd and RQ soils from the region of Itumirim(MG), Lavras (MG) and Itutinga (MG), respectively

Características Characteristics	Solo Soil		
	LVAd	LVd	RQ
pH em água (1:2,5) <i>pH in water</i>	5,3	5,5	5,2
P (Mehlich-1) - mg dm ⁻³	0,6	0,9	7,5
P remanescente - mg dm ⁻³ <i>Remanescent P</i>	5,8	7,0	28,7
K (Mehlich-1) - mg dm ⁻³	16,0	19,0	19,0
Ca ²⁺ (KCl 1 molL ⁻¹) - cmol _c dm ⁻³	0,4	2,0	0,4
Mg ²⁺ (KCl 1 molL ⁻¹) - cmol _c dm ⁻³	0,2	0,5	0,2
Al ³⁺ (KCl 1 molL ⁻¹) - cmol _c dm ⁻³	0,0	0,1	0,7
H + Al (acetato de cálcio - 0,5 molL ⁻¹) - cmol _c dm ⁻³ <i>H + Al (calcium acetate)</i>	1,9	3,6	3,6
SB (Soma de bases) <i>SB (sum of bases)</i>	0,6	2,5	0,7
t (CTC efetiva) - cmol _c dm ⁻³ <i>t (effective CEC)</i>	0,7	2,7	1,4
T (CTC a pH 7,0) - cmol _c dm ⁻³ <i>T (CEC in pH 7.0)</i>	2,5	6,2	4,7
V (Saturação por bases) - % <i>V (bases saturation)</i>	25,5	41,5	14,2
Matéria orgânica - dag kg ⁻¹ <i>Organic matter</i>	0,9	2,0	3,0
m (Saturação por alumínio) - % <i>Aluminum saturation</i>	0,0	4,5	51,0
Textura - % <i>Texture (Bouyoucos)</i>			
Areia <i>Sand</i>	66	20	93
Silte <i>Silt</i>	10	28	< 1
Argila <i>Clay</i>	24	52	7

Mehlich-1 e resina) e demais nutrientes. Em seguida, procedeu-se a semeadura das espécies forrageiras. As plantas foram desbastadas, deixando-se quatro plantas por vaso. A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a semeadura, com 50 mg dm⁻³ de N, sob a forma de (NH₄)₂SO₄ e NH₄NO₃, e 60 mg dm⁻³ de K, sob a forma de KCl, para correção de sintomas iniciais de deficiência. Aos 42 dias após a semeadura, determinou-se o número de perfilhos por vaso e, em seguida, procedeu-se ao corte da parte aérea das forrageiras a 4 cm do nível do solo. Realizaram-se três cortes, no período de 01/12/2001 a 04/04/2002, com intervalos de 42 dias. A forragem foi secada em estufa a 70°C até peso constante para obtenção da produção de massa seca. As raízes foram recuperadas em 05/04/2002, lavadas com água deionizada e também secas em estufa a 70°C.

Ao término do experimento, foram realizadas análises químicas dos solos (Tabela 2) dentro de cada dose de P para se estimar a extração de P.

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 a 5% de probabilidade.

A partir das equações de regressão quadráticas entre a produção de massa seca 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.

Resultados e Discussão

À medida que se aumentaram as doses de P, os teores de P disponível no solo incrementaram de forma linear, tanto para o P extraído com Mehlich-1 quanto para a resina trocadora de ânions (Tabela 3). Independentemente do extrator utilizado, os maiores teores de P disponível foram obtidos no Neossolo Quartzarênico (RQ), no qual o teor de argila é menor (Tabela 1). Ao contrário, o Latossolo Vermelho (LVd) apresenta teor de argila alto, fato que associado a outros fatores, como a presença elevada de óxidos de ferro e de alumínio, favorece a adsorção e, ou, a precipitação do P aplicado (Rao et al, 1996). Observou-se também (Tabela 1) maior valor de P remanescente no solo arenoso que nos solos com maiores teores de argila, corroborando os resultados de Guss et al. (1990).

A aplicação de P elevou a produção de MS da

Tabela 2 - Características químicas de amostras dos solos LVAd, LVd e RQ para cada dose de P aplicado, após o término do experimento

Table 2 - Chemical characteristics of LVAd, LVd and RQ soils for each P rate, at the end of the experiment

Análises Analyses	Doses de P (LVAd) P rates					Doses de P (LVd) P rates					Doses de P (RQ) P rates				
	0	110	220	330	560	0	110	220	330	560	0	80	160	240	410
PH	4,6	4,0	3,9	3,9	3,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,0	4,2	4,0	4,2
P	0,6	14	44	71	130	0,6	2,0	5,2	11	22	3,7	25	59	89	125
K	153	20	14	20	20	235	44	31	38	30	213	19	14	9	42
Ca ²⁺	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	2,0	2,6	2,7	2,4	1,6	1,3	0,7	0,5	0,7	2,4
Mg ²⁺	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	1,4	0,5	0,4	0,1	0,6	1,3	0,2	0,2	0,2	1,1
Al ³⁺	0,3	1,0	1,3	1,7	1,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	1,7	1,2	1,3	0,2
H + Al	3,6	1,7	3,2	4,5	4,5	4,0	4,5	4,5	5,6	5,6	2,6	5,0	4,0	4,5	4,5
SB	1,4	0,9	0,7	0,7	0,4	4,0	3,3	3,2	2,6	2,3	3,1	1,0	0,7	0,9	3,6
t	1,7	1,9	2,0	2,4	1,9	4,1	3,4	3,4	2,9	2,6	3,6	2,7	1,9	2,2	3,8
T	5,0	2,5	3,9	5,2	4,8	8,0	7,7	7,7	8,2	7,9	5,7	6,0	4,7	5,4	8,1
V	27	33	19	13	7	50	42	41	32	29	55	16	16	17	17
P rem	35	25	25	24	25	8	7	8	9	8	31	28	28	29	11
m	18	54	64	72	81	2	6	6	10	12	14	64	62	59	5

* pH em água (pH in water) (1:2,5); P (Mehlich-1) - mg dm⁻³; K (Mehlich-1) - mg dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 molL⁻¹) - cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 molL⁻¹) - cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 molL⁻¹) - cmol_c dm⁻³; H + Al (acetato de cálcio/calcium acetate - 0,5 molL⁻¹) - cmol_c dm⁻³; SB (Soma de bases sum of bases) - cmol_c dm⁻³; t (CTC efetiva/effective CEC) - cmol_c dm⁻³; T (CTC a pH 7,0/CEC in pH 7.0) - cmol_c dm⁻³; V (Saturação por bases/bases saturation) - %; m (Saturação por alumínio/aluminum saturation) - %; P rem (Fósforo remanescente/remnescent phosphorus) - mg dm⁻³.

parte aérea e o número de perfilhos das forrageiras cultivadas no LVAd, de acordo com equações quadráticas, por meio das quais se estimaram os teores críticos ($TCP_{Mehlich}$) e as doses críticas de P para obtenção de 90% da produção máxima de MS e do máximo perfilhamento (Tabela 4). Os $TCP_{Mehlich}$ variaram entre 79 e 90 $mg\ dm^{-3}$ para a produção de MS e entre 79 e 92 $mg\ dm^{-3}$ para o perfilhamento das forrageiras. Esses teores são maiores que os encontrados em amostras de solos semelhantes ao do presente estudo, para o estabelecimento de *Brachiaria brizantha* (Guss et al., 1990), *Panicum maximum* (Hoffmann et al., 1995) e *Andropogon gayanus* (Fonseca et al., 1988). Diferenças entre valores são decorrentes da adubação com outros nutrientes, idade da planta, época de cultivo, época de amostragem, entre outros (Hoffmann et al., 1995). Segundo Lemaire (1999), a emissão de perfilhos e folhas é determinada pela genética da espécie, pela temperatura e outros fatores do meio, os quais afetam a produção de fotoassimilados. O capim-Andropogon foi a espécie que mais perfilhou, com o máximo, estimado pela equação de regressão, de 66 perfilhos/vaso, enquanto o capim-Mombaça e o capim-Marandu emitiram, igualmente, 30 perfilhos/vaso.

Os $TCP_{Mehlich}$ no LVd (Tabela 5) foram bem menores que os teores encontrados nos demais solos estudados. 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-se diretamente com o teor de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, responsáveis pela fixação do P (Rao et al.,

1996). No LVd, o capim-Andropogon emitiu maior número de perfilhos, 44 perfilhos/vaso e o capim-Mombaça e o capim-Marandu perfilharam menos, estimando em 29 perfilhos/vaso.

O menor $TCP_{Mehlich}$ no RQ, 53 $mg\ dm^{-3}$ de P (Tabela 6), para obtenção de 90% da máxima produção de massa seca, foi obtido no estabelecimento do capim-Mombaça. Nesse solo, a menor fixação de P certamente propiciou a obtenção de maior disponibilidade do nutriente. Nessa condição, o capim-Mombaça foi mais eficiente no uso do P que as outras forrageiras, atingindo maior produção de MS com menor $TCP_{Mehlich}$. Observou-se, ainda, que as doses críticas de P para obtenção dos teores críticos são bem menores, quando comparadas com aquelas nos demais solos (Tabela 6), confirmando a baixa fixação do P nesse solo.

No LVd, na presença de P, constataram-se maiores produções de MS do capim-Mombaça, em comparação com as demais forrageiras; o número de perfilhos emitidos pelo capim-Mombaça igualou-se ao número de perfilhos do capim-Marandu (Tabela 7). Assim, a maior produção de MS do capim-Mombaça decorreu do desenvolvimento de perfilhos mais pesados, porém em menor número. O número de perfilhos do capim-Mombaça foi relativamente pequeno e, provavelmente, o período de rebrota de 42 dias contribuiu para este fato. Parsons & Pennig (1988) constataram redução no número de perfilhos de *Lolium perenne* quando o período de rebrota foi longo (34 dias). Por outro lado, o capim-Andropogon apresentou maior perfilhamento, o qual não se converteu em maior produção de massa seca. O número

Tabela 3 - Teores disponíveis de P (Y), em função de doses de P (X), nos solos LVAd, LVd e RQ

Table 3 - Available P concentration (Y) as a function of applied P (X) in the LVAd, LV and RQ soils

Solo/ Soil	*P Mehlich-1	P Resina P-Resin
LVAd	$Y = 3,874088 + 0,3258439X, R^2 = 0,99$	$Y = -8,5437 + 0,662228X, R^2 = 0,96$
LVd	$Y = -2,759828 + 0,105737X, R^2 = 0,98$	$Y = -3,8039 + 0,585016X, R^2 = 0,96$
RQ	$Y = 16,603754 + 0,387844X, R^2 = 0,98$	$Y = 21,2854 + 0,377834X, R^2 = 0,93$

* Extraído com $HCl\ 0,05\ molL^{-1} + H_2SO_4\ 0,0125\ molL^{-1}$, na relação 10 cm^3 de terra fina seca ao ar: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação por 16 h; Y e X em $mg\ dm^{-3}$.

* Extracted with $HCl\ 0,05\ molL^{-1} + H_2SO_4\ 0,0125\ molL^{-1}$, in the ratio 10 cm^3 of air dry soil : 100 mL of extractant, 5 min, shaking and decantation during 16 h; Y and X in $mg\ dm^{-3}$.

Tabela 4 - Produção de massa seca (MS; Y1) e número de perfilhos (Y2), como variáveis dependentes de doses de fósforo (P), e teores críticos de P no solo ($TCP_{Mehlich}$) para o estabelecimento das gramíneas, no solo LVAd

Table 4 - Dry matter production (DM, Y1) and tillers number (Y2), as function of P rates (P) and P critical level in the soil ($TPC_{Mehlich}$) for the establishment of grasses in the LVAd soil

Gramíneas Grasses	Variáveis Variables	Equações Equations
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	MS (g/vaso)* DM (g/pot)	$Y1 = 3,86935 + 0,14938X - 0,000201X^2; R^2=0,90$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	81 (236)**
	Perfilhos (nº/vaso)* Tillers (nº/pot)	$Y2 = 5,51531 + 0,136258X - 0,000169X^2; R^2=0,97$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	92 (272)
Marandu <i>Marandugrass</i>	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 3,913008 + 0,146513X - 0,000202X^2; R^2=0,88$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	79 (231)
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 5,473012 + 0,149228X - 0,000197X^2; R^2=0,96$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	83 (242)
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 3,862310 + 0,141912X - 0,000182X^2; R^2=0,92$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	90 (258)
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 12,29640 + 0,344320X - 0,000488X^2; R^2=0,92$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	79 (233)

* Valores observados de MS e perfilhos e significância estatística são apresentados na Tabela 7.

** Valores entre parênteses indicam a dose crítica de P para obtenção do TCP no solo.

* Observed values of DM and tillers and statistical significance are presented in the Table 7.

** Values in parenthesis indicate the critical rate of P to obtain the TCP in soil.

de perfilhos é considerado importante componente da produção das forrageiras, todavia, quando este é muito elevado, pode resultar na emissão de perfilhos menos vigorosos e, certamente, mais leves (Humphreys, 1986; Lemaire, 1999).

No RQ, nas doses mais altas de P, a produção de MS do capim-Mombaça foi maior que as produções do capim-Marandu e do capim-Andropogon (Tabela 7), evidenciando maior eficiência no uso do P (g de massa seca por mg de P aplicado) do capim-Mombaça, cuja produção de massa seca superou a do capim-Marandu e a do capim-Andropogon em 24%. No LVd, em todas as doses, exceto na dose 0, o capim-Mombaça apresentou maior eficiência no uso do P. Rao et al. (1996), tanto em solo arenoso quanto em argiloso, aplicando P_2O_5 em 115 kg ha^{-1} , verificaram

que a *Brachiaria brizantha* foi menos eficiente no uso do P e que os teores de P na massa seca do *Panicum maximum* ($0,17 \text{ dag kg}^{-1}$) foram maiores que em *Brachiaria brizantha* ($0,09 \text{ dag kg}^{-1}$) e em *Andropogon gayanus* ($0,10 \text{ dag kg}^{-1}$).

Não houve diferença na produção de MSR das forrageiras sem a aplicação de P. A produção de MSR variou em função das doses de P e da espécie forrageira. De modo geral, nos solos mais argilosos (LVd, LVAd), as produções de MSR do capim-Mombaça e do capim-Marandu superaram aquelas do capim-Andropogon. No solo mais arenoso (RQ) constataram-se maiores produções do capim-Andropogon, nas doses de P de 160, 240 e 410 mg dm^{-3} (Tabela 8), demonstrando a importância da aplicação de P solúvel no estabelecimento dessa forrageira,

Tabela 5 - Produção de massa seca (MS; Y1) e número de perfilhos (Y2), como variáveis dependentes de doses de fósforo (P), e teores críticos de P no solo ($TCP_{Mehlich}$) para o estabelecimento das gramíneas, no solo LVd

Table 5 - Dry matter production (DM, Y1) and tiller number (Y2), as function of P rates (P) and P critical level in the soil ($TPC_{Mehlich}$) for the establishment of grasses in the LVd soil

Gramíneas Grasses	Variáveis Variables	Equações Equations
Mombaça Mombaçagrass	MS (g/vaso)* DM (g/pot)	$Y1 = 2,923050 + 0,150830X - 0,000184X^2; R^2=0,96$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	26 (274)**
	Perfilhos (nº/vaso)* Tillers (nº/pot)	$Y2 = 4,728395 + 0,124333X - 0,000153X^2; R^2=0,98$
Marandu Marandugrass	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	32 (330)
	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 0,394802 + 0,125473X - 0,000140X^2; R^2=0,99$
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 4,362212 + 0,114421X - 0,000139X^2; R^2=0,99$
Andropogon Andropogongrass	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	35 (360)
	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 4,971058 + 0,105837X - 0,000132X^2; R^2=0,98$
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 15,1301 + 0,203383X - 0,000309X^2; R^2=0,66$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	19 (207)

* Valores observados de MS e perfilhos e significância estatística são apresentados na Tabela 7.

** Valores entre parênteses indicam a dose crítica de P para obtenção do TCP no solo.

* Observed values of DM and tillers and statistical significance are presented in the table 7.

** Values in parenthesis indicate the critical rate of P to obtain the TCP in soil.

pois favorece o desenvolvimento de raízes (Fonseca et al., 1988; Werner, 1994; Hoffmann et al., 1995), principalmente o das mais finas. Rao et al. (1996) obtiveram maiores produções e densidade de raiz de *Brachiaria dictyoneura* em solo arenoso em comparação ao argiloso.

Em todos os solos, para a dose de 110 mg dm⁻³ de P, o capim-Andropogon apresentou maior relação MSPA/MSR e não houve diferença significativa entre o capim-Mombaça e o capim-Marandu. Para a dose de 220 mg dm⁻³, a MSPA/MSR no capim-Andropogon também foi maior, exceto no LVAd. Sem a aplicação de P, não houve diferença na relação MSPA/MSR (Tabela 9).

A aplicação de P favoreceu mais a produção da parte aérea que a produção de raízes, originando maior relação MSPA/MSR. No solo argiloso (LVd),

quando se aumentou a dose de P de 110 para 330 mg dm⁻³, constataram-se acréscimos de 35% na parte aérea do capim-Mombaça e de apenas 8% na raiz. No solo arenoso (RQ), entre as doses de 80 e 160 mg dm⁻³, os acréscimos foram de 35% na parte aérea e de apenas 7% na raiz. Comparando a ausência da aplicação de P e a aplicação de P na dose de 110 mg dm⁻³, foram observadas maiores diferenças na relação MSPA/MSR do capim-Andropogon em relação às outras forrageiras (Tabela 9). Assim, a maior relação MSPA/MSR, possivelmente, confere a essa forrageira maior eficiência do sistema radicular e, conseqüentemente, tolerância à baixa disponibilidade de P no solo. Rao et al. (1996) verificaram que a presença de P incrementou a relação MSPA/MSR de *Brachiaria dictyoneura*, tanto no solo arenoso quanto no solo argiloso e, segundo esses autores, a baixa disponibi-

Tabela 6 - Produção de massa seca (MS; Y1) e número de perfilhos (Y2), como variáveis dependentes de doses de fósforo (P), e teores críticos de P no solo ($TCP_{Mehlich}$) para o estabelecimento das gramíneas, no solo RQ

Table 6 - Dry matter production (DM, Y1) and tiller number (Y2), as function of P rates (P) and P critical level in the soil ($TPC_{Mehlich}$) for the establishment of grasses, in the RQ soil

Gramíneas Grasses	Variáveis Variables	Equações Equations
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	MS (g/vaso)* DM (g/pot)	$Y1 = 3,60453 + 0,249317X - 0,000439X^2; R^2=0,95$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	53 (94)**
	Perfilhos (nº/vaso)* Tillers (nº/pot)	$Y2 = 5,026476 + 0,203914X - 0,000354X^2; R^2=0,98$
Marandu <i>Marandugrass</i>	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	90 (190)
	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 3,830431 + 0,197795X - 0,000365X^2; R^2=0,90$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	83 (171)
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 3,92803 + 0,182231X - 0,000329X^2; R^2=0,99$
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	87 (179)
	MS (g/vaso) DM (g/pot)	$Y1 = 4,477450 + 0,218572X - 0,000417X^2; R^2=0,92$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	79 (163)
	Perfilhos (nº/vaso) Tillers (nº/pot)	$Y2 = 5,31276 + 0,503449X - 0,000899X^2; R^2=0,95$
	$TCP_{Mehlich}$ (mg dm ⁻³)	89 (187)

* Valores observados de MS e perfilhos e significância estatística são apresentados na Tabela 7.

** Valores entre parênteses indicam a dose crítica de P para obtenção do TCP no solo.

* Observed values of DM and tillers and statistical significance are presented in the table 7.

** Values in parenthesis indicate the critical rate of P to obtain the TCP in soil.

lidade de P normalmente reduz a relação MSPA/MSR, provavelmente em razão do aumento da produção de raiz. Além da produção total de raízes, a presença de outras características como maior comprimento de raízes, baixa taxa de crescimento da planta, presença de pêlos absorventes e raízes finas, altas taxas de absorção de P por unidade de peso de raiz, menor porte das plantas e maior eficiência no uso de P, pode resultar em maior tolerância da espécie a solos com baixa disponibilidade em P (McIvor, 1984). No RQ e no LVd, o capim-Mombaça apresentou maior eficiência no uso do P com aplicação desse elemento.

A elevação nas doses de P resultou em incrementos na MSR e na MSPA/MSR. A partir das equações de segundo grau estimaram-se as doses críticas de P necessárias para obtenção de 90% das máximas

MSR e relação MSPA/MSR. Ao se comparar as espécies, verificou-se que as diferenças entre as doses críticas, para obtenção de 90% da máxima MSR, não foram significativas. Observou-se que os solos mais argilosos (LVd, LVAd) apresentaram as maiores doses críticas (Tabela 10), certamente em razão da fixação do P.

Em todos os solos, as doses críticas de P para obtenção de 90% da máxima relação MSPA/MSR foram menores para o capim-Andropogon e as diferenças entre as espécies acentuaram-se no solo mais argiloso (LVd) (Tabela 10), no qual a disponibilidade de P é menor. Rao et al. (1996) verificaram que doses de P de 0, 10, 20 e 50 kg ha⁻¹ incrementaram a relação comprimento de raiz/parte aérea, a massa seca da parte aérea, a área foliar, o comprimento de raiz e o comprimento específico de raiz de *Brachiaria*

Tabela 7 - Produção de massa seca da parte aérea (MS) e número de perfilhos (NP), nos solos e nas doses de fósforo (P)
Table 7 - Dry matter production of shoot (DM) and tillers number (TN), in soils and P rates

Gramíneas <i>Grasses</i>	P (mgdm ⁻³)									
	0		110		220		330		560	
	MS	NP	MS	NP	MS	NP	MS	NP	MS	NP
	<i>DM</i>	<i>TN</i>	<i>DM</i>	<i>TN</i>	<i>DM</i>	<i>TN</i>	<i>DM</i>	<i>TN</i>	<i>DM</i>	<i>TN</i>
	g/vaso	n°/vaso	g/vaso	n°/vaso	g/vaso	n°/vaso	g/vaso	n°/vaso	g/vaso	n°/vaso
	<i>g/pot</i>	<i>n°/pot</i>	<i>g/pot</i>	<i>n°/pot</i>	<i>g/pot</i>	<i>n°/pot</i>	<i>g/pot</i>	<i>n°/pot</i>	<i>g/pot</i>	<i>n°/pot</i>
	LVAd									
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,0Ac	4,0aD	22,9aB	21,6bC	27,8aA	26,3bB	27,2aA	31,0Ba	25,6abAB	29,3bAB
Marandu <i>Marandugrass</i>	1,0aC	4,0aC	22,4aB	21,6bB	27,9aA	30,3bA	25,5aAB	30,3bA	23,7bB	28,0bA
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,0aC	4,0aC	22,4aB	51,6aB	27,9aA	69,0aA	25,5a	63,6aA	26,7aA	54,3aAB
	LVd									
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,0aC	4,0aD	20,7aB	18,6bC	27,6aA	22,6bBC	29,9aA	29,6bA	30,4aA	26,3bAB
Marandu <i>Marandugrass</i>	1,0aC	4,0aC	11,3cB	16,0bB	21,4bB	22,6bA	27,2bA	26,6bA	26,6bA	25,0bA
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,0aC	4,0aC	16,6bC	49,6aA	20,7bBC	39,6aB	25,6bA	43,3Aa	23,0cAB	34,0aB
	P (mgdm ⁻³)									
	0		80		160		240		410	
	RQ									
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,0aC	4,0aD	20,7aB	18,6bC	27,6bA	22,6bBC	29,9aA	29,6bA	30,4aA	26,3bB
Marandu <i>Marandugrass</i>	1,0aC	4,0aC	22,4aB	16,0cB	26,5bA	27,0bA	26,5aA	26,6bA	24,6bAB	23,6bA
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,0aC	4,0aC	16,3bB	35,3aC	34,0aA	73,0aA	29,6aB	67,3aA	24,3bB	61,6aB

* Dentro de cada solo, as médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

* Within each soil, means followed by different letters, small in the column and capital in the row, are different (P<.05) by Tukey test.

Tabela 8 - Produção de massa seca de raízes das gramíneas nos solos e nas doses de fósforo

Table 8 - Dry matter production of roots of grasses in soils and P rates

Solos <i>Soils</i>	Gramíneas <i>Grasses</i>	P (mg dm ⁻³)				
		0	110	220	330	560
				g/vaso <i>g/pot</i>		
	Mombaça <i>Mombaça grass</i>	5,6a	40,0a	45,6a	41,0b	41,0b
LVA <i>LVA</i>	Marandu <i>Marandugrass</i>	5,0a	41,4a	47,6a	56,6a	45,3a
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	5,0a	33,0b	39,7b	34,0c	32,0c
	Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	5,0a	42,5a	49,6a	46,0a	47,1a
LVD <i>LVD</i>	Marandu <i>Marandugrass</i>	5,0a	40,0a	50,3a	45,1a	47,4a
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	5,1a	25,0b	30,0b	30,7b	38,3b
				P (mg dm ⁻³)		
		0	80	160	240	410
	Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	5,0a	42,5a	48,6b	45,3b	46,5b
RQ <i>RQ</i>	Marandu <i>Marandugrass</i>	5,0a	41,5ab	45,8b	41,9c	41,2c
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	5,0a	38,7b	71,3a	60,6a	55,0a

Dentro de cada solo, as médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Within each soil, means followed by different letters, in columns, are different (P<.05) by Tukey test.

Tabela 9 - Relação parte aérea/raiz das gramíneas nos solos e nas doses de fósforo
 Table 9 - Shoot/root ratio of grasses in soils and P rates

Solos <i>Soils</i>	Gramíneas <i>Grasses</i>	P (mg dm ⁻³)				
		0	110	220	330	560
LVAd <i>LVAd</i>	Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,56a	1,68b	2,12a	2,01a	1,91a
	Marandu <i>Marandugrass</i>	1,66a	1,57b	1,76b	1,45b	1,47b
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,56a	1,92a	1,85b	1,96a	2,04a
LVd <i>LVd</i>	Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,66a	1,60b	1,85b	2,04a	1,86a
	Marandu <i>Marandugrass</i>	1,66a	1,67b	1,86b	1,99ab	1,90a
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,70a	2,01a	2,16a	1,93b	1,92a
				P (mg dm ⁻³)		
		0	80	160	240	410
RQ <i>RQ</i>	Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	1,61a	1,59b	1,86b	2,04a	1,87a
	Marandu <i>Marandugrass</i>	1,61a	1,68b	1,85b	1,99ab	1,91a
	Andropogon <i>Andropogongrass</i>	1,66a	2,02a	2,14a	1,92b	1,92a

Dentro de cada solo, as médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey. Produção de massa seca de três colheitas.

Within each soil, means followed by different letters, in columns, are different (P<.05) by Tukey test. Dry matter production of three harvests.

Tabela 10 - Doses críticas de P estimadas para obtenção de 90% do máximo peso de massa seca de raiz (MSR) e de 90% da máxima relação de massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR), nos solos LVAd, LVd e RQ

Table 10 - Estimated P critical rates to obtain the maximum dry matter yield of root and the maximum shoot /root ratio, in the LVAd, LVd e RQ soils

Gramíneas <i>Grasses</i>	Solos <i>Soils</i>					
	LVAd		LVd		RQ	
	MSR	MSPA(MSR)	MSR	MSPA(MSR)	MSR	MSPA (MSR)
			mgdm ⁻³ de P			
Mombaça <i>Mombaçagrass</i>	366	350	378	400	276	288
Marandu <i>Marandugrass</i>	365	350	381	378	265	291
Andropogon <i>Andropogongrass</i>	351	320	378	333	269	253

* Produção de massa seca de três colheitas.

* Dry matter production in three harvests.

dictyoneura. Contrariamente, a relação comprimento de raiz/parte aérea de *Arachis pintoi*, *Stylosanthes capitata* e *Centrosema acutifolium* diminuiu com a aplicação de doses crescentes de P, porém não foram suficientes para se obterem pontos de máximo. Segundo os autores, houve diferenças na relação comprimento de raiz/parte aérea entre espécies e doses, tanto no solo arenoso quanto no argiloso.

Conclusões

Em condições de casa-de-vegetação, os teores críticos de P para o estabelecimento das forrageiras são menores no solo mais argiloso (LVd, 52% argila), enquanto as doses críticas são maiores nesse solo. A aplicação de fósforo aumenta a produção de massa seca da parte aérea e o perfilhamento das forrageiras. A aplicação de P favorece mais a produção da parte aérea que a produção de raiz das forrageiras. O capim-*Andropogon* apresenta menor exigência em P para obtenção de 90% da máxima relação MSPA/MSR.

Literatura Citada

- BRASIL - Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radan Brasil**, folhas 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, 1983. 775p.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de fertilizantes e corretivos em Minas Gerais** (5ª aproximação). Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359p.
- CORRÊA, L.A.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo Vermelho-Amarelo álico: Ensaio em casa de vegetação. **Scientia Agrícola**, v.50, n.1, p.99-108, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FONSECA, D.M.; ALVAREZ V., V.H.; NEVES, J.C.C. et al. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n.4, p.49-58, 1988.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.4, p.278-289, 1990.
- HOFFMANN, J.A.; FAQUIM, V.; GUEDES, G.A.A. et al. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região do noroeste do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.1, p.233-243, 1995.
- HUMPHREYS, L.R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production**. 3.ed. Rome: FAO, 1986. 203p. (FAO plant production and protection paper, 8).
- LEMAIRE, G. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.165-186.
- McIVOR, J.G. Phosphorus requirements and responses of tropical pasture species: native and introduced grasses and introduced legumes. **Australian Journal Experimental and Agricultural Animal Husbandry**, v.24, n.2, p.370-347, 1984.
- MEIRELLES, N.M.F.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G. et al. Nível crítico de fósforo em capim-colônio cultivado em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo. **Boletim de Indústria Animal**, v.45, n.1, p.215-232, 1988.
- NAIME, J.U. Solos da área mineira do polígono das secas. **Revista Informe Agropecuário**, v.17, n.181, p.10-15, 1994.
- PARSONS, A.J.; PENNIG, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, p.15-27, 1988.
- PEREIRA, L.A.F.; CECATO, U.; MACHADO, A.O. et al. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção e rebrota do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.151-153.
- SANTOS JR., J.D.G.; KANNO, T.; MACEDO, M.C.M. et al. Efeito de doses de nitrogênio e fósforo na produção de madeira seca e no crescimento de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.85.
- RAO, I.M.; BORRERO, V.; RICAURTE, J. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils 2. Differences in shoot and root growth responses to varying phosphorus supply and soil type. **Journal of Plant Nutrition**, v.19, n.2, p.323-352, 1996.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagem de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.209-222.

Recebido em: 15/08/02

Aceito em: 20/08/03