

NÍVEIS CRÍTICOS EXTERNOS E INTERNOS DE FÓSFORO DE DUAS LEGUMINOSAS TROPICAIS EM UM SOLO ÁCIDO⁽¹⁾

M. M. CARVALHO⁽²⁾, O. F. SARAIVA⁽²⁾ & R. S. VERNEQUE⁽²⁾

RESUMO

Os níveis críticos externos e internos de fósforo de duas leguminosas tropicais em um latossolo vermelho-amarelo, álico, textura muito argilosa, foram determinados através de um experimento conduzido em casa de vegetação no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), em Coronel Pacheco (MG). Os níveis de fósforo corresponderam a 30, 60, 120, 180 e 240kg de P_2O_5 por hectare. A acidez do solo foi corrigida com a aplicação de 4.000kg de $CaCO_3 + MgCO_3$ por hectare. Os níveis críticos externos de fósforo (extrator Mehlich) foram 3,7 e 3,4 ppm para as leguminosas *Galactia striata* e *Stylosanthes guianensis* respectivamente, e os níveis internos de fósforo, para as mesmas espécies, 0,18 e 0,16%.

Termos de indexação: fósforo, nível crítico externo, nível crítico interno, *Galactia striata*, *Stylosanthes guianensis*.

SUMMARY: CRITICAL PHOSPHORUS LEVELS OF TWO TROPICAL LEGUMES IN AN ACID SOIL

In a glasshouse experiment, both the external and internal critical levels of phosphorus for two tropical pasture legumes were determined in a Red-yellow Latosol (Oxisol). The phosphorus levels corresponded to 30, 60, 120, 180 and 240kg P_2O_5 /ha. All pots received lime corresponding to the application of 4,000kg of $CaCO_3 + MgCO_3$ /ha. The external critical levels of phosphorus (Mehlich) were 3.7 and 3.4ppm for *Galactia striata* and *Stylosanthes guianensis*, respectively. The internal critical concentrations of phosphorus for the same species were respectively 0.18 and 0.16%.

Index terms: Phosphorus, external critical level, internal critical level, *Galactia striata*, *Stylosanthes guianensis*.

INTRODUÇÃO

Um adequado suprimento de P no solo é essencial para o estabelecimento e persistência de leguminosas forrageiras nas pastagens. Segundo Carvalho et al. (1985), nos latossolos vermelho-amarelos (LV) muito ácidos, que predominam na Zona da Mata de Minas

Gerais, além da deficiência de P, fatores de acidez do solo concorrem para limitar o crescimento das leguminosas e a fixação de N_2 embora esse efeito seja variável entre espécies, conforme Carvalho et al. (1988). Esses autores verificaram que a resposta de cinco leguminosas tropicais à aplicação de P em tal solo foi muito reduzida na ausência da calagem, mas, com a

(1) Recebido para publicação em março de 1988 e aprovado em agosto de 1989.

(2) Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL) - EMBRAPA, 36155 Coronel Pacheco, MG.

correção da acidez, a eficiência do P aplicado aumentou consideravelmente.

As forrageiras variam quanto aos requerimentos em P para seu estabelecimento e produção (CIAT, 1978). Além disso, a quantidade de fertilizante necessária para fornecer um nível adequado de P para as plantas varia consideravelmente entre solos (Fox & Kamprath, 1970). Dessa forma, a necessidade da aplicação de P no plantio de forrageiras deve basear-se em parâmetros que expressem o status de P no solo e sua disponibilidade para as plantas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os níveis críticos externos e internos de P de duas leguminosas tropicais em um latossolo vermelho-amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se um latossolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 1980) coletado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco (MG). A amostra de solo, com 63% de argila apresentava as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5), 4,80; Al-trocável, 1,36meq/100g; Ca-trocável, 0,14meq/100g; Mg-trocável, 0,07meq/100g; K-extraível (Mehlich), 25ppm; P-extraível (Mehlich), 2ppm e M.O., 2,8%.

Os tratamentos usados no experimento consistiram em cinco leguminosas, cinco níveis de P_2O_5 e três níveis de calcário, em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial. O efeito desses tratamentos sobre o crescimento e a fixação de N_2 das cinco leguminosas foram apresentados por Carvalho et al. (1988): verificaram eles que o P aumentou consideravelmente o crescimento da parte aérea das leguminosas, mas as respostas foram reduzidas na ausência da calagem e mais acentuadas à medida que se elevava o nível de calcário. Além disso, a resposta das leguminosas a P no nível mais alto de calcário foi linear, exceto no caso das espécies *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e *Galactia striata* Benth. O presente trabalho teve como objetivo a determinação dos níveis críticos internos e externos de P para essas duas espécies no solo LV. Tais níveis de P significam, respectivamente, a concentração de P no tecido (parte aérea total) e a concentração de P-extraível no solo, requeridos para atingir 90% da produção máxima de matéria seca (M.S.) da parte aérea.

Os níveis de P_2O_5 corresponderam a 30, 60, 120, 180 e 240kg/ha na forma de $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$, e o nível de calcário utilizado, a 4.000kg/ha, usando-se uma mistura de $CaCO_3$ + $MgCO_3$, na relação Ca:Mg = 4:1 em equivalente. Todos os vasos receberam uma adubação básica constituída de: 184kg/ha de K_2SO_4 (83,6kg de K e 34,2kg de S), 9kg/ha de $ZnCl_2$ (4,5kg de Zn), 6,7kg/ha de $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ (2,5kg de Cu), 6kg/ha de H_3BO_3 (1,04kg de B), 1kg/ha de $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$ (0,38kg de Mo), 0,404kg/ha de $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (0,1kg de Co). Antes

do plantio, a *G. striata* foi inoculada com as estirpes de rizóbio SMS2 + SMS11 e o *S. guianensis*, com as estirpes BR 23a + H-8. Detalhes sobre a montagem e condução do experimento foram descritos por Carvalho et al. (1988).

A concentração de P na parte aérea das leguminosas foi determinada por colorimetria, após digestão das amostras com a mistura de ácidos nítrico e perclórico, e o P no solo (Mehlich-I), segundo método da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979).

Para a determinação dos níveis críticos de P no solo e na planta, adotou-se o método usado por Fonseca (1987). Inicialmente, calculou-se a dose estimada de P_2O_5 associada com 90% do crescimento máximo das leguminosas. Esse crescimento foi obtido a partir das equações de regressão do peso da matéria seca da parte aérea em função dos níveis de P_2O_5 (Carvalho et al., 1988). Os níveis críticos de P no solo foram determinados substituindo-se o nível de P_2O_5 estimado para a obtenção de 90% do crescimento máximo na equação de regressão obtida entre as doses de P_2O_5 aplicadas e o P no solo. Da mesma forma, os níveis críticos de P na planta foram obtidos, fazendo-se essa substituição na equação de regressão da concentração de P na parte aérea em função dos níveis aplicados de P_2O_5 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis críticos externos de P das leguminosas *G. striata* e *S. guianensis* foram, respectivamente 3,7 e 3,4 ppm (Figura 1). Para sua determinação, utilizaram-se as seguintes equações de regressão do peso seco da parte aérea (Y) em função dos níveis de P_2O_5 (X) (Carvalho et al., 1988):

$$\begin{aligned} G. striata \quad Y &= 3,6744 + 0,03911X - 0,000088X^2 \quad R^2 = 0,98 \\ S. guianensis \quad Y &= 2,6970 + 0,0328X - 0,0000801X^2 \quad R^2 = 0,98 \end{aligned} \quad (1)$$

Através das equações (1), determinou-se a dose estimada de P_2O_5 (DE) para atingir 90% do crescimento máximo (Y máx), respectivamente, 126,4 e 117,6kg de P_2O_5 /hectare para *G. striata* e *S. guianensis*. Os modelos matemáticos que melhor se ajustaram à regressão do P no solo (Y) em função dos níveis de P_2O_5 (X) foram também modelos quadráticos:

$$\begin{aligned} G. striata \quad Y &= 2,67532 + 0,00006633X^2 \quad R^2 = 0,99 \\ S. guianensis \quad Y &= 2,62307 + 0,00005404X^2 \quad R^2 = 0,98 \end{aligned} \quad (2)$$

Substituindo-se na equação (2) a DE para 90% do crescimento máximo de cada leguminosa, obtiveram-se os níveis críticos externos de P (Figura 1).

A determinação dos níveis críticos de P no solo é essencial para prever a necessidade de aplicar ou não fertilizantes fosfatados no plantio de forrageiras em solos deficientes em P. Apesar disso, são muito escassos os dados na literatura sobre níveis críticos externos

de P para forrageiras em solos tropicais. Para um grupo de espécies e ecótipos de leguminosas cultivadas em um latossolo da Colômbia (Oxisol), foram encontrados níveis críticos de P (extrator Bray II) que variaram de 2,5 a 11,4ppm. Dois ecótipos de *S. guianensis* incluídos no trabalho tiveram nível crítico externo de 2,5 e 5,5ppm de P respectivamente (CIAT, 1978).

De acordo com Kamprath (1978), as recomendações para fertilização com P devem levar em conta não apenas o P disponível, mas também as características de adsorção de P do solo. São elas que concorrem para que os requerimentos em P variem tanto entre solos. Assim, isotermas de adsorção de P são determinadas e, através delas, pode-se estimar as quantidades de P que necessitam ser aplicadas para a obtenção de determinados níveis de P em equilíbrio na solução do solo (Fox & Kramprath, 1970). Entretanto, quando aplicado a latossolos e podzólicos da América Tropical, esse método tem fornecido recomendações de

fertilização fosfatada muito elevadas e superiores às respostas normalmente obtidas em condições de campo (Sanchez & Salinas, 1982), principalmente no caso de pastagens.

Os níveis críticos internos de P das leguminosas *G. striata* e *S. guianensis* foram, respectivamente, 0,18 e 0,16% (Figura 2). O coeficiente de determinação (R^2) encontrado para a equação de regressão da concentração de P na M.S. (Y), em função de P_2O_5 aplicado (X), foi baixo na espécie *G. striata*. Entretanto, como não foram encontradas na literatura referências sobre níveis críticos internos de P para ela, resolveu-se manter essa equação e assim poder determinar o nível crítico.

Os valores mostrados na figura 2 representam o nível crítico de P para a parte aérea total, colhida no estágio de pré-florescimento. Os níveis críticos internos de P encontrados para cultivares e acessos de *S. guianensis* (Bruce, 1974; Jones, 1974) foram obtidos em

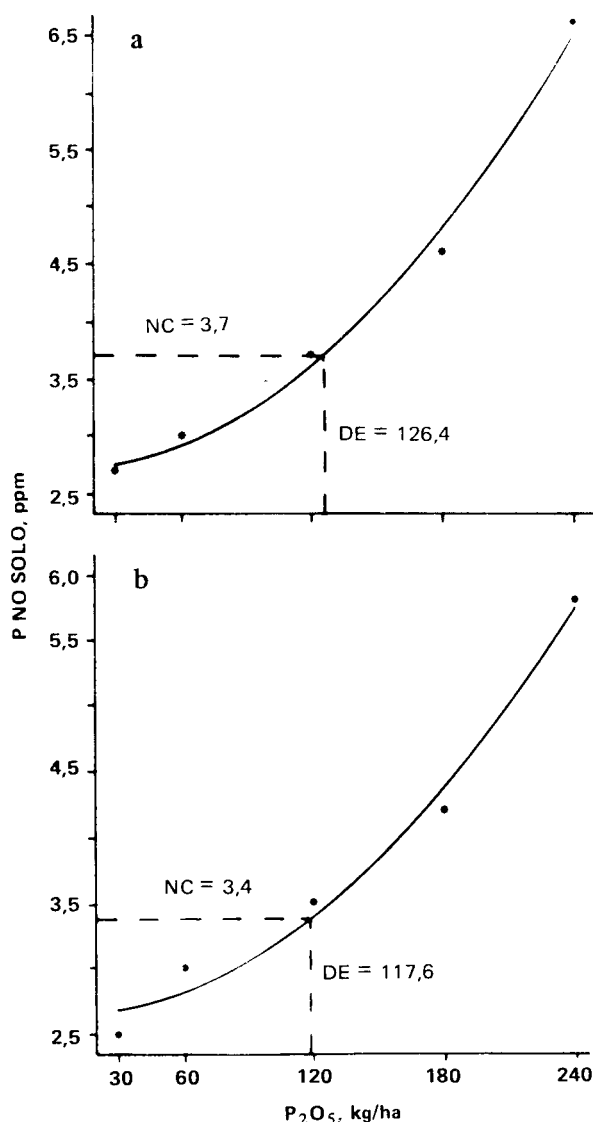


FIGURA 1. Níveis críticos externos de P de (a): *G. striata* e (b): *S. guianensis* em um latossolo vermelho-amarelo álico. NC: nível crítico, DE: dose estimada.

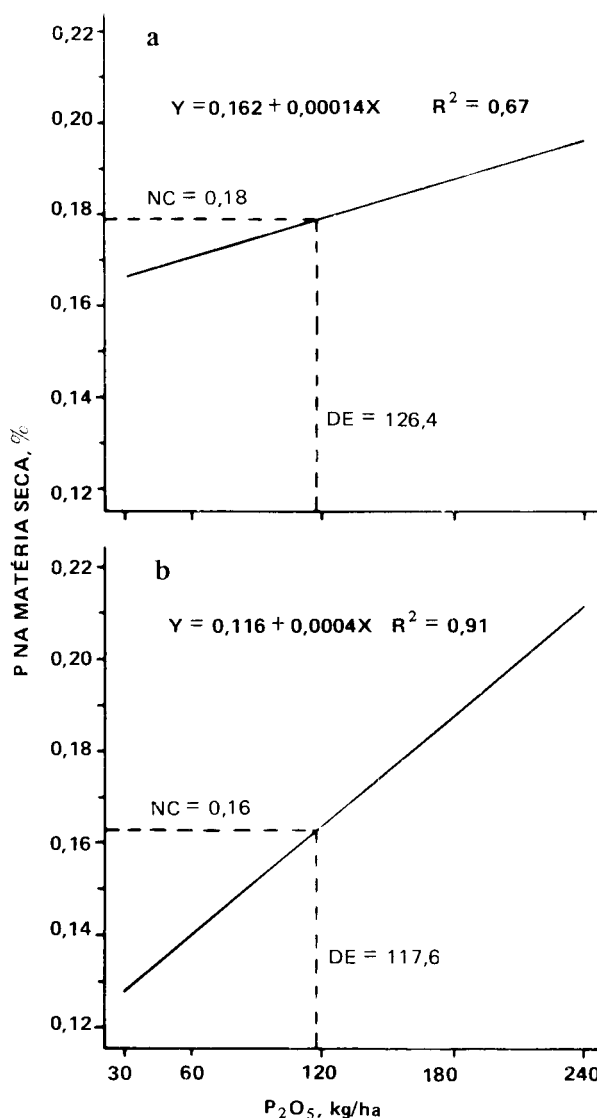


FIGURA 2. Níveis críticos internos de P de (a): *G. striata* e (b): *S. guianensis* em um latossolo vermelho-amarelo álico. NC: nível crítico, DE: dose estimada.

condições um pouco diferentes das do presente trabalho. Bruce (1974) encontrou um nível crítico de 0,12% de P para *S. guianensis* cv. Schofield em condições de campo, com a colheita da planta toda no início do florescimento. Jones (1974), em experimento conduzido em casa de vegetação, obteve para diversos acessos de *S. guianensis*, colhidos com 55 dias de crescimento, níveis críticos de P que variaram de 0,20 a 0,25%. Esses valores tão diferentes refletem algumas das dificuldades encontradas com a utilização de níveis críticos como forma de diagnosticar deficiências nutricionais em plantas (Probert, 1984). A idade fisiológica do tecido analisado é um dos fatores que mais afetam os níveis críticos de nutrientes nas plantas (Bates, 1971). De qualquer forma, segundo enfatizou Smith (1978), a análise química de planta auxilia na diagnose de deficiências nutricionais em leguminosas tropicais, em face da escassez de informações básicas sobre a fertilidade dos solos das regiões onde são cultivadas.

LITERATURA CITADA

- BATES, T.E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: A review. *Soil Sci.*, Baltimore, 112:116-130, 1971.
- BRUCE, R.C. Growth response, critical percentage of phosphorus and seasonal variation of phosphorus percentage in *Stylosanthes guyanensis* cv. Schofield topdressed with superphosphate. *Trop. Grassl.*, Brisbane, 8:137-144, 1974.
- CARVALHO, M.M.; OLIVEIRA, F.T.T.; SARAIVA, O.F. & MARTINS, C.E. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da Zona da Mata, MG. I. Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 20:519-528, 1985.
- CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F.; OLIVEIRA, F.T.T. & MARTINS, C.E. Respostas de leguminosas forrageiras tropicais à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 12:153-159, 1988.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT. Annual Report for 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia, 1978.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análises de Solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Levantamento semidetalhado de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG. Rio de Janeiro, 1980. 252p. (Boletim técnico, 76)
- FONSECA, D.M. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1987. 146p. Tese (Mestrado)
- FOX, R.L. & KAMPRATH, E.J. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 34:902-907, 1970.
- JONES, R.K. A study of the phosphorus responses of a wide range of accessions from the genus *Stylosanthes*. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 25:847-862, 1974.
- KAMPRATH, E.J. The role of soil chemistry in the diagnosis of nutrient disorders in tropical situations. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., eds. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, CSIRO, 1978. p.313-327.
- PROBERT, M.E. The mineral nutrition of *Stylosanthes*. In: STACE, H.M. & EDYE, L.A., eds. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. Sydney, Academic Press, 1984. p.203-255.
- SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America. *Adv. Agron.*, New York, 34:279-406, 1982.
- SMITH, F.W. Role of plant chemistry in the diagnosis of nutrient disorders in tropical legumes. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., eds. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, CSIRO, 1978. p.329-346.