

Interação calagem-adubação fosfatada e sua influência
nos níveis críticos de P e crescimento do eucaliptoLiming-phosphorus fertilization interaction and its effect
on P critical levels and *Eucalyptus* growthCarlos Alberto Silva¹, Otacílio José Passos Rangel², Maísa Honório Belizário³**Resumo**

Estudou-se o efeito da interação calagem-adubação fosfatada nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. Os tratamentos estudados consistiram da combinação de três níveis de calagem (C₁-sem calagem, C₂ e C₃ - calagem para elevar a V a 50 e 80%, respectivamente) com cinco doses de P (P₀-0, P₁-50, P₂-150, P₃-300 e P₄-600 mg dm⁻³). O experimento foi realizado em casa de vegetação do DCS/UFLA de dezembro/2002 a março/2003. Avaliaram-se os teores de P no solo, pelos extratores Mehlich-1 e resina, e na parte aérea, além da produção de matéria seca das mudas de eucalipto. Os níveis críticos de P em solo e na parte aérea foram estimados em função da aplicação de suas doses nos diferentes níveis de calagem. A calagem para elevar a V a 50% proporcionou as maiores produções de matéria seca de eucalipto, para doses de P igual ou superiores a 150 mg dm⁻³. Os níveis críticos de P em solo pelo extrator Mehlich-1 aumentaram de 34,4 no C₁ para 44,6 mg dm⁻³ no tratamento C₃, e de 117,6 (C₁) para 139,5 (C₃) mg dm⁻³, quando o extrator usado foi a resina. No nível intermediário de calagem (V=50%), o eucalipto necessitou acumular mais P para a produção máxima de matéria seca, em relação aos outros níveis de V testados. A resina foi mais eficiente em prever a disponibilidade de P em solo para mudas de eucalipto.

Palavras-Chave: Acidez do solo, Fixação de P, Mehlich-1, Resina, *Eucalyptus urograndis*

Abstract

It was studied the effect of liming-P fertilization interaction on P critical levels and *Eucalyptus* growth. The treatments studied were the combination of three liming levels (C₁, without liming, C₂ liming to rise the soil base saturation, V, to 50%, and C₃, liming to rise V to 80%) and five phosphorus (P) doses (0, 50, 150, 300, and 600 mg dm⁻³). The experiment was carried out in greenhouse conditions from December/2002 to March/2003. It was evaluated the P contents in soils, by using Mehlich-1 solution and resin, and in plants and the *Eucalyptus urograndis* growth. Liming aiming to increase V to 50% resulted in the higher dry matter production, when the P doses were equal or higher than 150 mg dm⁻³. The soil P critical levels for the extractor Mehlich-1 increased from 34.4 in the C₁ level to 44.6 mg dm⁻³ in the C₃ liming treatment, and from 117.6 (C₁) to 139.5 mg dm⁻³ (C₃), when resin was the extractant used. In the intermediate liming level (V=50%), the *Eucalyptus* plants need to accumulate more P on shoot to reach the maximum dry matter production, compared to that one grown in the soils samples with the lower and higher V levels. The prediction of P availability to the *Eucalyptus urograndis* seedlings obtained with resin P levels was higher than that one verified with Mehlich-1 P levels.

Keywords: Soil acidity, P fixation, Mehlich-1, Resin, *Eucalyptus urograndis*

INTRODUÇÃO

A correta nutrição de mudas de eucalipto constitui-se em um fator essencial para o estabelecimento de florestas de alta produtividade. A recomendação de calagem e fertilizantes para o eucalipto deve levar em conta o requerimento da cultura e o grau de fertilidade do solo. Nas condições brasileiras, o fósforo (P) é um dos nutrientes que mais limita a produção

de madeira, em razão de seus teores naturalmente baixos e de sua elevada capacidade em interagir com os colóides da maioria dos solos cultivados com eucalipto no Brasil (BARROS e NOVAIS, 1996).

Em relação à acidez do solo, a maioria das espécies de *Eucalyptus* cultivadas no Brasil é tolerante ao alumínio (SILVEIRA *et al.*, 2001), contudo a disponibilidade de cálcio em solo deve ser alta, por se tratar do nutriente que mais acumula

¹Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: csilva@ufla.br

²Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pelo Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: otaciliorangel@yahoo.com.br

³Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo - Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP - 13400-970 - E-mail: maisaufila@yahoo.com.br

em folhas, ramos e caule (BELLOTE, 1979). Daí, a necessidade de se realizar a calagem visando suprir de modo adequado esse nutriente à cultura (BARROS *et al.*, 1990). Em solos de baixa fertilidade, com reduzida CTC pH 7,0, como os comumente utilizados no cultivo de eucalipto, é comum a aplicação de calcário visando elevar o teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ a $20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (VAN RAIJ *et al.*, 1997). Isso pode acarretar, em alguns solos, uma mudança nos níveis de saturação por bases para valores acima ou abaixo do nível tecnicamente recomendado para o eucalipto, normalmente, saturação por bases em torno de 50%. Em função do grau de acidez do solo exercer forte influência sobre a disponibilidade de P para as culturas (NOVAIS e SMYTH, 1999), torna-se importante o estudo das relações de interdependência entre os níveis de calagem e a adubação fosfatada, para que a nutrição em P do eucalipto seja otimizada.

O número reduzido de informações sobre as exigências nutricionais das mudas de espécies florestais na fase jovem tem levado à utilização de doses de fertilizantes recomendadas para o plantio a campo. A aplicação de doses de fertilizantes em vasos, baseando-se na exigência nutricional de plantas em fase de formação ou adultas, conduz à recomendação de doses extremamente baixas (NOVAIS e SMYTH, 1999), o que se caracteriza como uma limitação ao crescimento da planta na fase jovem, por deficiência nutricional. Assim, a prática da fertilização de mudas de espécies florestais em viveiro e na fase de estabelecimento em campo é importante para que as plântulas apresentem bom desenvolvimento e fácil pegamento a campo (VALERI e CORRADINI, 2000).

A determinação de níveis críticos de P em solo e na planta contribui para o estabelecimento das doses a serem aplicadas e para a avaliação do estado nutricional das plantas (ALVAREZ V., 1996; SANTOS *et al.*, 2002). O nível crítico é a concentração do nutriente que permite separar classes de solos com alta dos de baixa probabilidade de resposta à adição do nutriente, ou ainda, como a concentração do nutriente que propicia a obtenção de produção de máxima eficiência econômica, quando os outros nutrientes ou fatores de produção estão próximos do nível adequado (PEREIRA e GOMES, 1998). Em solo, os níveis críticos de P mostram-se dependentes do extrator utilizado e das características do solo que determinam sua capacidade tampão (PEREIRA e GOMES, 1998). Isso difi-

culta o agrupamento de solos em classe única e impossibilita a recomendação de adubação geral com somente um valor de nível crítico, visto que as taxas de recuperação do P disponível por um determinado extrator variam conforme o tipo de solo (PEREIRA e GOMES, 1998). Para que um extrator seja eficiente do ponto de vista agrônomico, é necessário que o P extraído do solo se correlacione com a quantidade do nutriente acumulada nos tecidos das plantas (ALVAREZ V. *et al.*, 2000).

Em solos ácidos, o uso da calagem é uma estratégia para se aumentar a disponibilidade de P para as plantas, uma vez que, com o acréscimo do pH, há um aumento na densidade de cargas negativas nas superfícies dos colóides do solo, o que acarreta maior repulsão (menor adsorção) entre o fosfato e a superfície adsorvente (BARROW, 1985), reduzindo a capacidade máxima de adsorção de P do solo (NOVAIS e SMYTH, 1999). No estudo de Ernani *et al.* (2000), verificou-se que, para uma mesma dose de P, os rendimentos de grãos de milho foram maiores nas situações de cultivo onde houve correção da acidez, em relação ao cultivo em solo ácido com pH em água médio de 4,7. Segundo Ernani *et al.* (1996), com a correção da acidez, há uma diminuição nos teores solúveis de Fe e Al do solo, e isso acarreta um acréscimo nos teores de P na solução do solo.

Segundo a recomendação preconizada para o Estado de Minas Gerais (BARROS e NOVAIS, 1999), a calagem para a produção de mudas de eucalipto é dispensada, contudo, o uso de calcário é recomendado como fonte de Ca e Mg em solos com teores abaixo daqueles necessários para atingir a máxima produtividade. Considerando o fato de que o uso de calcário interfere na disponibilidade de P em solo e, conseqüentemente, no crescimento do eucalipto, torna-se importante o estabelecimento de níveis críticos de P em planta e solo, em razão da maior ou menor correção da acidez do solo. Esse conhecimento é imprescindível ao manejo da adubação, tanto durante a fase de produção de mudas quanto na fase de implantação dessas a campo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da combinação de diferentes níveis de calagem e doses de fósforo no estabelecimento de níveis críticos de P no solo, pelo uso dos extratores químicos Mehlich-1 e resina, e em mudas de *Eucalyptus urograndis* L., bem como avaliar a influência dessa interação sobre o crescimento dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado neste estudo foi coletado na camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura argilosa, em área não cultivada (floresta subcaducifólia), no município de Lavras, MG. O solo foi seco ao ar e passado em peneira com malha de 4 mm, para o ensaio em casa de vegetação, e de 2 mm, para o uso nas determinações de suas características físicas e químicas. As características físicas e químicas do solo foram analisadas de acordo com os protocolos analíticos descritos em Silva (1999), sendo essas apresentadas a seguir: argila=650 g kg⁻¹; silte=120 g kg⁻¹; areia= 230 g kg⁻¹; pH (em água)=5,1; P (Mehlich-1)=1,2 mg dm⁻³; K⁺=22 mg dm⁻³; Ca²⁺=0,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺=0,1 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,8 cmol_c dm⁻³; T=7,6 cmol_c dm⁻³, V=7% e m=59%.

O estudo consistiu de um experimento conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (MG), no período de dezembro de 2002 a março de 2003. Foram utilizadas mudas de eucalipto da espécie *Eucalyptus urograndis* L., proveniente de jardim clonal. As mudas foram conduzidas em tubetes até os sessenta dias após a germinação, quando então foram transplantadas para vaso plástico, caracterizando o início do estudo.

Os tratamentos estudados consistiram da combinação fatorial de três níveis de calagem (C₁, sem calagem e cultivado com saturação por bases, V, natural do solo; C₂, calagem realizada para elevar a V a 50 %; e C₃, calagem realizada para elevar a V a 80%) com cinco doses de fósforo (P₀, 0 mg dm⁻³; P₁, 50 mg dm⁻³; P₂, 150 mg dm⁻³; P₃, 300 mg dm⁻³ e P₄, 600 mg dm⁻³), totalizando, assim, 15 tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo cultivada uma planta por vaso, caracterizado aqui como a unidade experimental do estudo.

Com base na análise química do solo, calculou-se a dose de CaCO₃ p.a. para elevar o índice de saturação por bases aos valores acima citados. O corretivo foi misturado a 15 litros de solo seco e a homogeneização foi realizada em saco plástico devidamente identificado (C₁, C₂ e C₃). Após essa etapa, cada amostra foi dividida em cinco partes iguais (3 litros). Cada parte recebeu, então, uma das cinco doses de P testadas, sendo a fonte de P o (NH₄)₂HPO₄ p.a.. Após a mistura, o solo de cada tratamento foi transferido para vaso plástico com capacidade para 3,5 L e, em seguida, umedecido com água destilada, para atingir 70% da capacidade de campo. Em todos os tratamentos

foram aplicados, além do P, 300 mg dm⁻³ de N [CO (NH₂)₂ p.a.], 300 mg dm⁻³ de K (KCl p.a.), 30 mg dm⁻³ de S [(NH₄)₂SO₄ p.a.], 30 mg dm⁻³ de Mg (MgSO₄ p.a.) e micronutrientes (B, Zn, Cu e Mn) em níveis suficientes para atender a demanda nutricional do eucalipto. As mudas foram transplantadas para os vasos após a implantação dos tratamentos. Durante o período experimental, o teor de água do solo foi mantido próximo à capacidade de campo, por meio da pesagem diária dos vasos e uso de água destilada para irrigação.

Antes do transplantio das mudas para os vasos, foi feita uma amostragem de solo em cada unidade experimental para a determinação dos teores de P. Utilizaram-se nessas avaliações os extratores Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹), Embrapa (1979) e Resina de Troca Aniônica (VAN RAIJ *et al.*, 1987).

O crescimento das plantas foi avaliado pela produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), aos 90 dias após o transplantio das mudas para os vasos, por meio do corte do caule das plantas rente ao solo. O material vegetal foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, triturado (moinho tipo Willey), digerido e analisado. A mineralização (digestão) foi feita por via úmida (digestão nítrico-perclórica), procedendo-se à análise do teor de P no extrato, segundo a metodologia proposta por Braga e Defelipo (1974).

A partir dos dados de teores de P no solo, nas mudas e produção de matéria seca, foram realizadas análises de variância e de regressão. Ajustaram-se equações lineares e quadráticas da produção de matéria seca da parte aérea das mudas (MSPA) como variável dependente das doses de P aplicadas. A partir das equações obtidas, estimaram-se as doses de P para se atingir 90% da produção máxima, em cada nível de calagem. Substituindo-se essas doses nas equações de regressão que relacionam as doses de P aplicadas com os teores extraídos pelos extratores Mehlich-1 e resina, estimaram-se os níveis críticos de P em solo em cada nível de calagem estudado (C₁, C₂ e C₃). Da mesma forma, os níveis críticos de P na parte aérea foram estimados pela substituição das doses de P correspondentes a 90% da máxima produção de MSPA, nas equações que relacionam as doses de P aplicadas com o conteúdo de P na parte aérea das mudas de eucalipto no final do período experimental. Os coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados a 0,1, 1 e 5%, optando-se pelo modelos significativos e com maior coeficiente de determinação.

Os dados de MSPA foram analisados conforme a instalação do experimento, ou seja, as

análises estatísticas foram feitas considerando a produção de matéria seca em cada nível de calagem separadamente, e para as cinco doses de P. Foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para detectar diferenças estatísticas entre as médias.

A recuperação do P pelos extratores Mehlich-1 e resina foi obtida por meio de análise de regressão e ajuste de equações matemáticas entre os teores de P extraídos e as doses de P aplicadas, em cada um dos níveis de calagem. A eficiência dos extratores químicos em prever a disponibilidade de P às mudas de eucalipto foi avaliada por meio de estudo de correlação linear entre os teores de P determinados em solo pelos extratores Mehlich-1 e resina com as quantidades de P acumuladas e com a produção de matéria seca da parte aérea das mudas. A significância estatística dos valores dos coeficientes da correlação foi determinada pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de matéria seca da parte aérea

Houve diferença significativa na produção de MSPA entre as doses de P aplicadas, nos três níveis de calagem. Nos tratamentos referentes ao nível de calagem C_3 , a maior produção de MSPA foi observada na maior dose de P aplicada (600 mg dm^{-3}) (Tabela 1). Na Tabela 1, também constam os dados relativos aos teores de P extraídos pelos extratores Mehlich-1 e resina, nas diferentes combinações de níveis de calagem e adubação fosfatada avaliadas. Para os dois extratores

químicos, o aumento na dose de P aplicada, dentro de cada nível de calagem, implicou, em geral, em maiores teores extraíveis de P no solo.

Nos níveis de calagem C_1 e C_2 , as maiores produções de MSPA foram observadas para doses a partir de 150 mg P dm^{-3} , já que a partir dessa dose não foram observadas diferenças significativas na produção de MSPA. A elevação da V para 50% (C_2) proporcionou aumento de 44, 46, 104, 43 e 30% na produção de MSPA nos tratamentos C_2P_0 , C_2P_1 , C_2P_2 , C_2P_3 e C_2P_4 , respectivamente, em relação aos mesmos tratamentos sem correção da acidez do solo (C_1). Esses resultados evidenciam o melhor crescimento das mudas na condição de solo corrigido para elevar a V a 50% e com a aplicação de 150 mg P dm^{-3} . A maior produção de MSPA observada no nível de calagem C_3 e dose de P de 600 mg dm^{-3} é, em valor absoluto, inferior à produção observada no nível de calagem C_2 para a dose de P de 150 mg dm^{-3} . Do ponto de vista estatístico, a produção de MSPA no tratamento C_3P_4 não difere do C_1P_2 , C_1P_3 , C_2P_2 , C_2P_3 , C_2P_4 e C_3P_1 . Uma das possíveis explicações para essa grande necessidade de P (600 mg dm^{-3}) para a obtenção de máxima produção de MSPA no C_3 é a que o forte acréscimo na V e o aumento da disponibilidade de cálcio no solo poderiam estar contribuindo para a maior formação de CaHPO_4 . O CaHPO_4 é um composto de P de baixa solubilidade no solo, daí a necessidade do maior fornecimento de P na adubação no sentido de que a planta atenda o seu requerimento nutricional.

Tabela 1. Níveis de saturação por bases e teores extraíveis de P pelos extratores Mehlich-1 e resina, no início do experimento, e produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), ao término do estudo, obtidos em função da combinação de níveis de calagem com doses de P. Valores médios de três repetições. (Base saturation levels and extractable concentration of P for the extractors Mehlich-1 and resin, in the beginning of the experiment, and production of dry matter of the aerial part obtained at the end of study in function of the combination of liming levels with doses of P. Medium values of three repetitions).

Tratamento	V	Teor de P extraível (Mehlich-1)	Teor de P extraível (Resina)	MSPA
	%	mg dm^{-3}	mg dm^{-3}	g vaso^{-1}
C_1P_0	7,2	1,2	3,8	9,8 b A
C_1P_1	7,8	7,8	23,6	13,5 b B
C_1P_2	7,5	37,7	95,0	19,3 ab B
C_1P_3	7,7	30,9	109,9	24,4 a AB
C_1P_4	8,2	49,8	133,4	25,6 a A
C_2P_0	64,1	1,4	6,2	14,1 b A
C_2P_1	51,9	5,2	25,6	19,7 b AB
C_2P_2	65,8	20,0	88,8	39,3 a A
C_2P_3	63,7	38,9	140,9	34,9 a A
C_2P_4	66,6	85,5	195,9	33,3 a A
C_3P_0	81,1	1,2	7,9	14,7 d A
C_3P_1	78,8	3,7	15,8	29,7 ab A
C_3P_2	81,9	30,1	95,0	24,0 bc B
C_3P_3	80,6	25,6	85,3	20,4 cd B
C_3P_4	79,7	127,9	324,6	34,9 a A

C_1 , sem calagem; C_2 , calagem para elevar a V a 50%; e C_3 , calagem para elevar a V a 80%. P_0 , 0 mg dm^{-3} de P; P_1 , 50 mg dm^{-3} de P; P_2 , 150 mg dm^{-3} de P; P_3 , 300 mg dm^{-3} de P; e P_4 , 600 mg dm^{-3} de P. Médias da MSPA seguidas por letras minúsculas, para as doses de P dentro de um mesmo nível de calagem, e maiúsculas, para os níveis de calagem dentro de uma mesma dose de P, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A baixa resposta à calagem e à aplicação de doses de P, entre os níveis de calagem C₁ e C₃, observada pela média dos valores de produção de MSPA, revela que os efeitos negativos da acidez não acarretaram reduções drásticas na produção de matéria seca, apesar da presença em solo de 0,8 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺ e 59% de saturação por Al. Considerando o fato de que mudas de eucalipto são pouco afetadas pela baixa disponibilidade de Ca²⁺ e Mg²⁺ em solo, neste estudo, nas parcelas sem calagem, o eucalipto pode ter absorvido as quantidades requeridas de P, apesar da forte restrição em crescimento do sistema radicular de plantas cultivadas em ambiente rico em Al tóxico (MIYAZAWA *et al.*, 1992). A maior absorção de P, também, pode ser explicada pelo aumento da difusão desse nutriente no solo, em razão do acréscimo de sua concentração na solução (COX e BARBER, 1992) e pela maior proliferação do sistema radicular (ERNANI *et al.*, 2000). Se a saturação por alumínio do solo é inferior a 60% e a disponibilidade de P é elevada - condições que ocorrem em alguns tratamentos testados neste estudo -, é possível que as plantas adquiram o P de que necessitam, mesmo que haja precipitação do nutriente no interior da planta, em função da presença de alumínio (MENDEZ e KAMPRATH, 1978).

Níveis críticos de P no solo

Para os três níveis de calagem, a equação quadrática foi a que melhor se ajustou aos resultados de produção de MSPA, em função das doses de P aplicadas (Tabela 2), evidenciando uma queda na produção de matéria seca nas maiores doses de P adicionadas ao solo, quando comparadas às doses intermediárias.

Tabela 3. Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas *Eucalyptus urograndis* correspondente a 90% da produção máxima, e os respectivos níveis críticos de fósforo em solo necessários para obtê-la por diferentes extratores químicos, em diferentes níveis de calagem. A eficiência de utilização do P foi calculada pelo quociente entre matéria seca produzida por unidade de P no nível crítico. (Production of dry matter of the aerial part of *Eucalyptus urograndis* seedlings corresponding to 90% of the maximum production, and the respective critical levels of phosphorus in soil necessary to obtain for different chemical extractors, in different liming levels. The efficiency of use of P was calculated by the quotient among dry matter produced by unit of P in the critical level).

Tratamento	Dose de P para se obter 90% da MSPA		MSPA	Nível crítico de P no solo	Eficiência de uso de P no nível crítico do nutriente no solo
	mg dm ⁻³	g vaso ⁻¹			
Mehlich-1					
C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	285,7	24,1	24,1	34,4	700
C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	199,8	34,5	34,5	27,4	1173
C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	346,1	31,3	31,3	44,6	702
Resina					
C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	285,7	24,1	24,1	117,6	205
C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	199,8	34,5	34,5	105,3	328
C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	346,2	31,3	31,3	139,5	224

C₁, sem calagem; C₂, calagem para elevar a V a 50%; e C₃, calagem para elevar a V a 80%. P₀, 0 mg dm⁻³ de P; P₁, 50 mg dm⁻³ de P; P₂, 150 mg dm⁻³ de P; P₃, 300 mg dm⁻³ de P; e P₄, 600 mg dm⁻³ de P.

Tabela 2. Equações de regressão ajustadas entre produção de matéria seca (Y = MS, g vaso⁻¹) da parte aérea de mudas de *Eucalyptus urograndis* como variável dependente das doses de P (X = P, mg dm⁻³), e respectivos coeficientes de determinação, em diferentes níveis de calagem. (Regression equations adjusted among production of dry matter (Y = g pot⁻¹) of the aerial part of *Eucalyptus urograndis* seedlings as dependent variable of the doses of P (X = P, mg dm⁻³), and respective determination coefficients, in different liming levels).

Tratamentos	Equação	R ²
C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	Y = 9,9805 + 0,072***x - 0,000077***x ²	0,998
C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	Y = 15,436 + 0,1353**x - 0,0002*x ²	0,851
C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	Y = 15,864 + 0,063***x - 0,000052**x ²	0,984

***, ** e * - significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente. C₁, sem calagem; C₂, calagem para elevar a V a 50%; e C₃, calagem para elevar a V a 80%. P₀, 0 mg dm⁻³ de P; P₁, 50 mg dm⁻³ de P; P₂, 150 mg dm⁻³ de P; P₃, 300 mg dm⁻³ de P; e P₄, 600 mg dm⁻³ de P.

A partir das equações descritas na Tabela 2, estimou-se a produção de matéria seca correspondente a 90% do máximo rendimento. Segundo Alvarez V. (1996) e Santos *et al.* (2002), em trabalhos em casa de vegetação, essa porcentagem corresponde às produções para se alcançar a máxima eficiência econômica (MEE). A Tabela 3 contém os níveis críticos de P em solo para os extratores Mehlich-1 e resina, nos três níveis de calagem estudados.

O nível crítico de P no solo, para os extratores Mehlich-1 e resina, foi mais baixo nos tratamentos onde a calagem foi efetuada para elevar a V a 50% (C₂), com o menor valor (27,4 mg dm⁻³) observado para o extrator Mehlich-1. Em termos percentuais, a produção de MSPA, estimada pelas equações descritas na Tabela 2, aumentou em resposta à calagem. O acréscimo médio na produção de matéria seca em relação ao tratamento que não recebeu calagem (C₁) foi de 43,2% e 30%, respectivamente, nos níveis de calagem C₂ e C₃.

Os níveis críticos de P apresentaram um comportamento semelhante para os dois extratores estudados, com os maiores valores ocorrendo no maior nível de calagem. No nível de calagem C_3 , a concentração crítica de P em solo foi 63% e 32% maior em relação ao nível C_2 , para os extratores Mehlich-1 e resina, respectivamente. Assim, é provável que a calagem tenha aumentado a disponibilidade de P para as plantas, uma vez que, com a correção da acidez, ocorre um aumento das cargas negativas na superfície dos colóides, diminuindo a fixação do P e, por conseguinte, aumentando sua disponibilidade para as plantas (NOVAIS e SMYTH, 1999).

Quanto ao efeito da calagem, pode-se observar nas Tabelas 1 e 3 que houve um acréscimo na produção de MSPA e uma redução do nível crítico de P no solo quando a saturação por bases foi elevada a 50%. A calagem para elevar a V a 80% (C_3) contribuiu para a elevação do nível crítico de P no solo pelos dois extratores testados. Dessa forma, a calagem aumentou a disponibilidade de P para as mudas, diminuindo, conseqüentemente, a eficiência de uso do P pela planta para a produção de matéria seca (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Gonçalves *et al.* (1986), que trabalharam com mudas de *Eucalyptus grandis* cultivadas em casa de vegetação em diferentes solos e com a aplicação de seis doses de P.

Conforme as classes de fertilidade sugeridas por Barros e Novais (1999), o nível crítico de P em solo argiloso, obtido pelo extrator Mehlich-1, para a produção de mudas de eucalipto em viveiro é de 60 mg dm^{-3} , sendo esse nível crítico de P indicado para as situações onde a calagem não é realizada. No presente trabalho, com a elevação da V para 50%, esse valor de nível crítico sugerido por Barros e Novais (1999) foi reduzido em 54%. Gonçalves *et al.* (1986) obtiveram, em solo argiloso corrigido, nível crítico de P para mudas de eucalipto de $50,2 \text{ mg dm}^{-3}$ (Mehlich-1), valor acima dos citados na Tabela 3, para os três níveis de calagem. Tal fato pode ser, pelo menos em parte, explicado pela maior idade das mudas utilizadas no presente trabalho, ao término do período experimental (150 dias), em relação à idade relatada por Gonçalves *et al.* (1986) (117 dias). A diminuição dos valores de nível crítico de P no solo, com o envelhecimento das plantas, tem sido relatada por outros autores para o eucalipto (NOVAIS *et al.*, 1982), gramíneas (SANTOS *et al.*, 2002; BONFIM *et al.*, 2004) e

leguminosas forrageiras (RIVAS, 1997). A variação nos valores de níveis críticos de P encontrada em diversos trabalhos mostra que, assim como a disponibilidade dos nutrientes está relacionada aos atributos do solo e às condições climáticas, a capacidade das plantas de absorção de nutrientes varia também com o tipo de solo e espécie ou variedade vegetal (MARIANO *et al.*, 2000). Isso confirma o fato de que a fixação do nível crítico de P em 60 mg dm^{-3} , obtido pela solução de Mehlich-1, para mudas de eucalipto, não pode ser generalizada para todas as classes de solo e para as diferentes situações de manejo da acidez do solo.

Os maiores valores de nível crítico de P em solo pelo uso da resina podem ser um indício de sua maior eficiência agrônômica, em função de seu menor desgaste e pela manutenção de seu poder de extração por maior período de tempo, segundo Novais e Smyth (1999). Contudo, diferenças nos valores de nível crítico de P em solo, entre os extratores, já eram esperadas, por refletirem a natureza e o modo de atuação dos extratores sobre as formas de P predominantes em solo.

Fósforo recuperado pelos extratores Mehlich-1 e resina

Foi verificado um aumento nas taxas de recuperação do P pelos extratores Mehlich-1 e resina com o acréscimo das doses do elemento aplicadas, para os três níveis de calagem testados (Figura 1), sendo o modelo quadrático o que melhor se ajustou aos resultados, com exceção aos dados referentes às doses de P no nível de calagem C_2 (extrator Mehlich-1), cujo melhor ajuste foi o linear.

As maiores taxas de recuperação do P aplicado foram observadas no nível de calagem C_2 , para o extrator resina. Em média, a resina apresentou uma taxa de recuperação de 45% do P aplicado (média de todos os tratamentos), contra 16%, em média, de recuperação observada para a solução de Mehlich-1. Para os dois extratores, as maiores taxas de recuperação de P (nos três níveis de calagem) foram verificadas para a dose de 150 mg dm^{-3} (28% e 60%, respectivamente, para o Mehlich-1 e resina).

Observando os dados apresentados na Tabela 3, verifica-se que a elevação da V para 80% proporcionou os maiores valores de nível crítico de P em solo para os dois extratores estudados. Isto, provavelmente, está associado às altas doses estimadas para a obtenção de 90% da

produção máxima de MSPA ($346,15 \text{ mg dm}^{-3}$) e às baixas taxas de recuperação do P aplicado, cujas médias para as diferentes doses testadas foram de 14,3 e 44,4% para os extratores Mehlich-1 e resina, respectivamente (Figura 1). O solo utilizado no estudo, em função de haver sido coletado em área de mata, sem histórico de uso de adubação fosfatada, pode estar atuando como um dreno de P, ocorrendo desse modo, uma intensa competição entre a planta e o solo pelo P aplicado (NOVAIS e SMYTH, 1999). Isto explica a exigência de elevadas doses de P para a obtenção de 90% da produção máxima. A elevada capacidade de adsorção de P no solo pode ser uma das causas das baixas taxas de recuperação do P adicionado ao solo, segundo Bonfim *et al.* (2004).

Níveis críticos de P na parte aérea

A partir das doses de P que proporcionaram 90% da produção máxima de MSPA e da substituição desses valores nas equações que relacio-

nam o P acumulado na parte aérea com as doses do elemento adicionadas (Tabela 4), foram estimados os níveis críticos de P para mudas de eucalipto, para os três níveis de calagem estudados (Tabela 4). Considerando-se as quantidades de P acumuladas na parte aérea do eucalipto, o modelo que melhor se ajustou aos dados de acúmulo de P foi o quadrático, indicando, para os níveis de calagem C_1 e C_2 , uma diminuição no acúmulo de P nas maiores doses adicionadas do elemento em solo.

O nível crítico de P na parte aérea das mudas de eucalipto aumentou com a elevação da V a 50%, e praticamente não foi alterado pela elevação da V a 80%, em relação ao C_1 . Comparativamente ao tratamento que não recebeu calagem (C_1), o nível crítico foi 62% maior no tratamento C_2 . Esse aumento do nível crítico de P no C_2 sinaliza para uma maior translocação, utilização e, conseqüentemente, maior requerimento (interno e externo) desse nutriente pelas plantas (MARSCHNER, 1995).

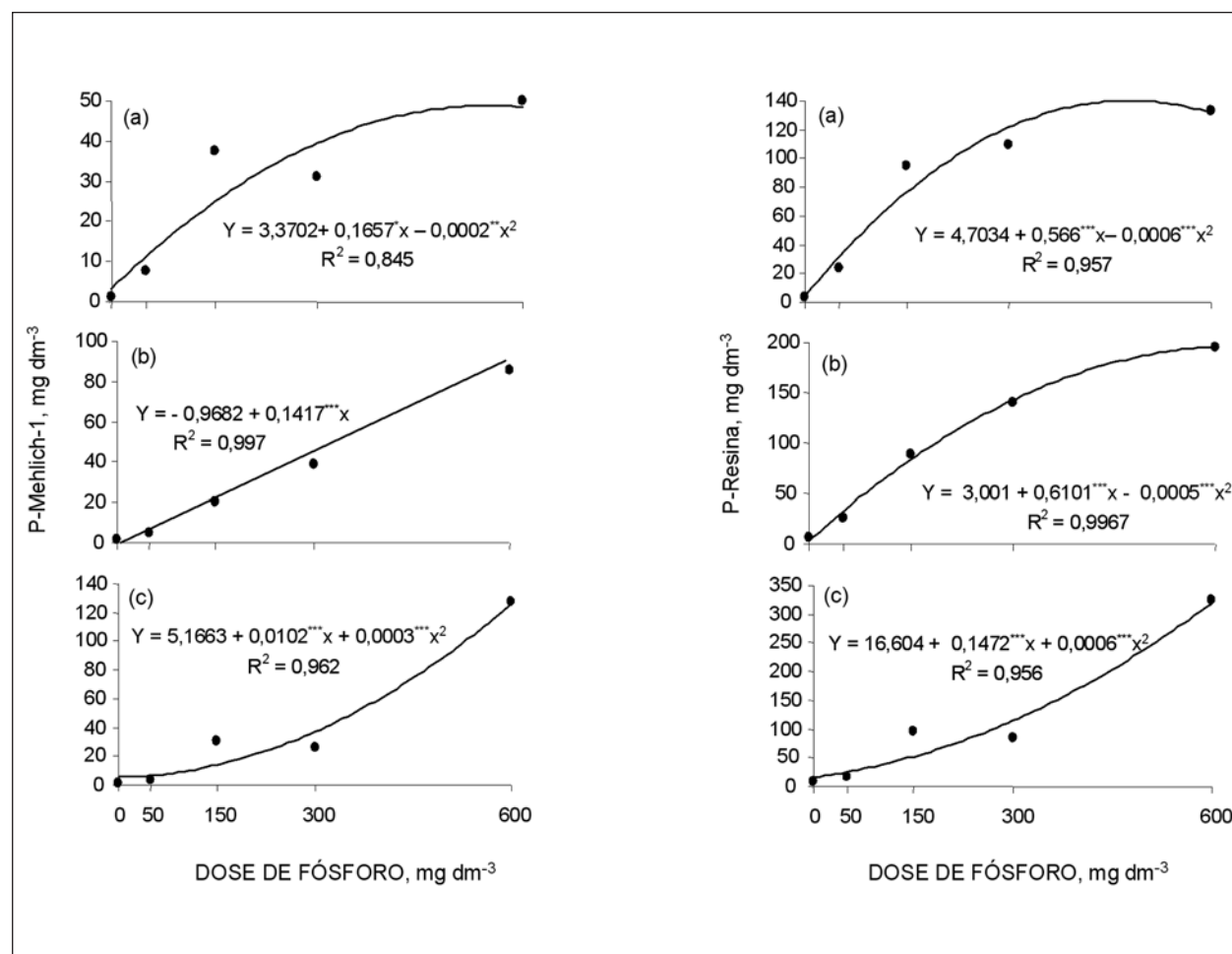


Figura 1. Teores de fósforo recuperados pelos extratores Mehlich-1 e resina, em função da aplicação de doses crescentes de P em diferentes níveis de calagem: (a) C_1 , sem calagem; (b) C_2 , calagem para elevar a V a 50%; (c) C_3 , calagem para elevar a V a 80% (***, ** e * - significativos a 0,1; 1 e 5%, respectivamente). (Phosphorus contents recovered by the extractors Mehlich-1 and resin, in function of the application of growing doses of P in different liming levels: (the) C_1 , without liming; (b) C_2 , liming to elevate V to 50%; (c) C_3 , liming to elevate V to 80% (***, ** and * - significant to 0,1; 1 e 5%, respectively).

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas entre P acumulado na parte aérea ($Y = P$, g vaso⁻¹) como variável dependente das doses de P aplicadas ($X = P$, mg dm⁻³), e os níveis críticos de P em mudas de *Eucalyptus urograndis*, em cada nível de calagem. (Regression equations adjusted among accumulated P in the aerial part ($Y = P$, g pots⁻¹) as dependent variable of the doses of applied P ($X = P$, mg dm⁻³), and the critical levels of P in of *Eucalyptus urograndis* seedlings, in each liming level).

Tratamento	Equação	R ²	Nível crítico
			g vaso ⁻¹
C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	$Y = 0,006 + 0,00014^{***}X - 0,0000001^{**}X^2$	0,937	0,037
C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	$Y = 0,011 + 0,0002^{***}X - 0,0000002^{***}X^2$	0,986	0,060
C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	$Y = 0,018 + 0,000047^{**}X + 0,00000003^{*}X^2$	0,843	0,038

***, ** e * - significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente. C₁, sem calagem; C₂, calagem para elevar a V a 50%; e C₃, calagem para elevar a V a 80%. P₀, 0 mg dm⁻³ de P; P₁, 50 mg dm⁻³ de P; P₂, 150 mg dm⁻³ de P; P₃, 300 mg dm⁻³ de P; e P₄, 600 mg dm⁻³ de P.

A correlação significativa verificada individualmente para a produção de MSPA e para o conteúdo de P na parte aérea das mudas, em função dos teores de P obtidos pela resina, permite inferir que esse extrator refletiu de modo satisfatório o P disponível nas diferentes situações de correção da acidez do solo. Essa proposição não pode ser feita para o extrator Mehlich-1, uma vez que os teores de P obtidos apresentaram correlação significativa com a produção de matéria seca e com o conteúdo de P apenas no tratamento onde não houve aplicação de calcário (C₁) (Tabela 5). Esses resultados permitem inferir que existe diferença significativa entre os métodos de extração para a determinação da disponibilidade de P para mudas de eucalipto, sendo, dessa forma, mais razoável a utilização do método da resina.

Tabela 5. Coeficientes de correlação linear entre o fósforo extraível pelos extratores Mehlich-1 e resina com a produção de matéria seca e com o fósforo acumulado na parte aérea das mudas de *Eucalyptus urograndis*. (Coefficients of lineal correlation among the extractable phosphorus for the extractors Mehlich-1 and resin with production of dry matter and accumulated phosphorus in the aerial part of *Eucalyptus urograndis* seedlings).

Extrator	Tratamento	Matéria seca	P acumulado
Mehlich-1	C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,92**	0,91**
	C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,57ns	0,75ns
	C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,71ns	0,74ns
Resina	C ₁ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,98**	0,96**
	C ₂ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,90**	0,97**
	C ₃ (P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄)	0,95**	0,95**

ns e ** não significativo e significativo a 1%, respectivamente. C₁, sem calagem; C₂, calagem para elevar a V a 50%; e C₃, calagem para elevar a V a 80%. P₀, 0 mg dm⁻³ de P; P₁, 50 mg dm⁻³ de P; P₂, 150 mg dm⁻³ de P; P₃, 300 mg dm⁻³ de P; e P₄, 600 mg dm⁻³ de P.

Em relação à avaliação da disponibilidade de P em solo, Fixen e Grove (1990) verificaram que os coeficientes de correlação entre o P-planta com o P-solo, para a solução de Mehlich-1, variaram de 0,25 a 0,91; no caso da resina, os valores de coeficientes estiveram dentro da faixa de 0,69 a 0,98. Segundo Van Raij (1991), em relação aos teores de P extraídos pela resina, existe

uma semelhança com o processo de absorção desse nutriente pela planta, uma vez que, à medida que o P é removido da solução pela cultura, há dissolução do P lábil no sentido de manter o equilíbrio original, e esses processos se reproduzem do mesmo modo para a resina. A ausência de correlação entre os teores de P extraídos pelo Mehlich-1 com a produção de MSPA e o P acumulado na parte aérea das mudas de eucalipto pode estar associada ao alto teor de argila do solo e ao efeito da calagem no pH do solo. Em solos argilosos com altos valores de pH, o teor de P-Mehlich-1 pode ser subestimado, em razão da diminuição do poder de extração, uma vez que o pH inicial de 1,2 da solução de Mehlich-1 é rapidamente elevado para valores de pH próximos ao do solo (NOVAIS e SMYTH, 1999). Do mesmo modo, o sulfato presente na solução de Mehlich-1 é, também, rapidamente adsorvido pelo solo em sítios de troca não ocupados pelo P, perdendo, assim, a sua capacidade de deslocar os íons fosfato adsorvidos (NOVAIS e SMYTH, 1999). Outra explicação pode estar numa maior proporção, no solo utilizado, de formas de P ligadas a Al e Fe, em relação ao P-Ca. Em estudo publicado por Tanaka *et al.* (1981), foi verificado, no solo tratado com fosfato natural, ausência de correlação entre o P-Ca com a produção de matéria seca e com o P acumulado da parte aérea de milho e uma correlação positiva e significativa entre o P extraído pelo Mehlich-1 com o P-Ca.

Os dados apresentados neste trabalho mostram a importância da interação calagem-fósforo na fertilização do solo e na nutrição das mudas de eucalipto. A interação dessas duas práticas agrônômicas permite supor ser possível reduzir as quantidades de calcário para solos com altos valores de P disponível e, de P, para solos que tenham pH elevado, devendo esse fato ser considerado no manejo da adubação e calagem quando se visa a obtenção de produtividades adequadas de madeira em florestas de eucalipto.

CONCLUSÕES

A calagem visando elevar a saturação por bases a 50% proporcionou as maiores produções de matéria seca da parte aérea das mudas de eucalipto, quando as doses de P foram maiores ou igual a 150 mg dm⁻³.

Os níveis críticos de P em solo variaram de 27,4 a 44,6 mg dm⁻³ (solução de Mehlich-1) e de 105,3 a 139,5 mg dm⁻³ (resina), sendo influenciados pelos níveis de saturação por bases.

Na parte aérea, os níveis críticos de P variaram de 0,037 a 0,06 g vaso⁻¹, com o maior valor ocorrendo em função da elevação da saturação por bases a 50%.

O extrator resina foi o mais eficiente em reduzir a disponibilidade de P no solo para mudas de *Eucalyptus urograndis* L.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto, pela cessão das mudas utilizadas no estudo e pelas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.615-645.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E.; OLIVEIRA, J.A. **Determinação e uso do fósforo remanescente**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.27-33. (Boletim Informativo, v.25).
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.303-305.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, P.M.; ADAMS, M.A. (Eds.). **Nutrition of Eucalyptus**. Collingwood: CSIRO, 1996. p.335-355.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.
- BARROW, N.J. Reaction of anions and cations with variable-charge soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.38, p.183-230, 1985.
- BELLOTE, A.F.J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo Eucalyptus grandis (Hill ex Maiden) em função da idade**. 1979. 129p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.
- BONFIM, E.M.S.; FREIRE, F.J.; SANTOS, M.V.F.; SILVA, T.J.A.; FREIRE, M.B.G.S. Níveis críticos de fósforo para *Brachiaria brizantha* e suas relações com características físicas e químicas em solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.281-288, 2004.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.
- COX, M.S.; BARBER, S.A. Soil supply levels needed for equal P uptake from four soils with different water contents at the same water potential. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.143, p.93-98, 1992.
- EMBRAPA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO DE SOLOS. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.
- ERNANI, P.R.; FIGUEIREDO, O.A.R.; BECEGATO, V.; ALMEIDA, J.A. Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento de pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, p.159-162, 1996.
- ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L.; CAMPOS, M.L.; CAMILLO, R.J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.537-544, 2000.
- FIXEN, P.E.; GROVE, J.H. Testing soils for phosphorus. In: WESTERMAN, R.L. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p.141-180.
- GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea de eucalipto na presença e ausência da calagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v.10, p.91-104, 1986.
- MARIANO, E.D.; FAQUIN, V.; NETO, A.E.F.; ANDRADE, T.A.; MARIANO, I.O.S. Níveis críticos de boro em solos de várzea para o cultivo do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.1637-1644, 2000.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 874p.
- MENDEZ, J.; KAMPRATH, E.J. Liming of Latossols and the effect on phosphorus response. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.42, p.86-88, 1978.
- MIYAZAWA, M.; CHIARICE, G.D; PAVAN, M.A. Amelioração da toxicidade de alumínio às raízes do trigo pela complexação com ácidos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, p.209-215, 1992.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399p.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.F.; NEVES, J.C.L.; COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.6, p.29-37, 1982.
- PEREIRA, J.B.M.; GOMES, T.C.A. Níveis críticos de fósforo para alguns solos do Acre. **Pesquisa em andamento. Embrapa Acre**, Porto Velho, n.139, p.1-2, 1998.
- RIVAS, Y.F.F. **Nutrição fosfatada e fotossíntese no sistema simbiótico *Medicago sativa-Rizobium meliloti* em solos com diferentes disponibilidades de fósforo**. 1997. 124p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- SANTOS, H.Q.; FONSECA, D.M.; CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V., V.H.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.173-182, 2002.
- SILVA, F.C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M.R.A. Seja doutor do seu eucalipto. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n.93, p.1-31, 2001. (POTAFOS. Arquivo do Agrônomo, 12).
- TANAKA, R.T.; BAHIA, V.G.; COELHO, A.M.; FREIRE, J.C. Seleção de extratores de fósforo do solo em função das respostas das plantas de milho (*Zea mays* L.) e da adubação com fosfato de Patos-de-Minas em condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.5, p.38-42, 1981.
- VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-190.
- VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- VAN RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análises químicas do solo para fins de adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

Recebido em 03/11/2005

Aceito para publicação em 08/03/2007