

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO-VERMELHO (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan)¹

Mauro Valdir Schumacher², Denise Ester Ceconi² e Cedinara Arruda Santana³

RESUMO - Este experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*). Como substrato foi utilizado Argissolo Vermelho-Amarelo, coletado na camada superficial (0-20 cm), e como adubação complementar foram adicionados 10 mg/kg de N e 12,5 kg de K, cujas fontes foram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e KCl, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e oito repetições, totalizando 64 parcelas, de uma planta cada. Os tratamentos foram constituídos por testemunha (solo sem adição de fósforo) e 90, 180, 270, 360, 450, 540 e 630 mg/kg de P (utilizando CaHPO_4 como sal). Os recipientes utilizados foram vasos de polipropileno com capacidade de 2 dm³. A umidade dos vasos foi mantida em 80% da capacidade de campo. Após 130 dias foram avaliados os parâmetros altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total. A dose de 450 mg/kg de P resultou no maior crescimento das plantas de *Parapiptadenia rigida*.

Palavras-chave: Fósforo, *Parapiptadenia rigida*, crescimento e nutrição.

INFLUENCE OF DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES ON THE GROWTH OF ANGICO-VERMELHO SEEDLINGS (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan)

ABSTRACT - This experiment was conducted to study the effects of different phosphorus doses on the growth of Angico-vermelho seedlings (*Parapiptadenia rigida*). As substratum, Red Yellow Argisol collected from a superficial layer (0-20 cm) was used and as additional fertilizers were added 10 mg/kg of N and 12.5 kg of K, whose sources were $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and KCl. The experimental design was completely randomized with 8 treatments and 8 repetitions, totalizing 64 plots, with one plant per plot. The treatments consisted of: control (soil without phosphorus addition), 90, 180, 270, 360, 450, 540 and 630 mg kg of P (utilizing CaHPO_4 as salt). The recipients used were polypropylene vases with the capacity of 2.0 dm³. The humidity of the vases was kept at 80% of the field capacity. The following parameters were evaluated after 130 days: height of the aerial part, stem diameter, biomass above ground, root biomass and total biomass. The 450 mg/kg P dose resulted in the best growth of *P. rigida* plants.

Key words: Phosphorus, *Parapiptadenia rigida*, growth and nutrition.

No Brasil, os povoamentos florestais têm sido implantados em solos onde normalmente o fósforo é um dos nutrientes mais limitantes do crescimento vegetal. Muitas vezes, a produção de mudas é feita utilizando-se subsolo como substrato, cuja fertilidade natural é extremamente baixa. Assim, estudos referentes à dinâmica do fósforo no solo sob florestas são de grande importância para a atividade florestal.

Da família das leguminosas (Leguminosae: Mimosoideae), a espécie *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) é árvore alta decidual, tendo entre 20 e 35 m de altura, formando copa corimbiforme, composta por folhagem verde-escura, madeira muito pesada, elástica e bastante durável, mesmo quando exposta, própria para construções rurais e carpintaria, sendo sua casca rica em tanino e, por isto, aproveitada em curtumes (Reitz et al., 1988).

¹ Recebido para publicação em 24.4.2002 e aceito para publicação em 17.2.2004.

² Engenheiro Florestal., Dr. nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 97105-900 Santa Maria-RS, Bolsista do CNPq, <schuma@ccr.ufsm.br>. ³ Acadêmicas do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, UFSM, <dceconi@mail.ufsm.br>.

Conforme Lorenzi (1992), a *P. rigida* é recomendada para reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente, sendo mais freqüente nas matas abertas e menos densas e, principalmente, nas associações secundárias mais evoluídas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis.

Informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais, em especial das essências nativas, são escassas. Contudo, as deficiências minerais e os distúrbios de crescimento em espécies tropicais e subtropicais usadas em reflorestamentos são comuns (Dreschel & Zech, 1991).

Como a maioria dos solos disponíveis para reflorestamento no Brasil é de baixa fertilidade, notadamente em fósforo (Barros & Novais, 1990), e sendo comum ainda a produção de mudas de essências florestais em recipientes cujos substratos são compostos de solo ou subsolo, faz-se necessária a determinação da quantidade de fósforo a ser fornecida para o melhor desenvolvimento das plantas.

Segundo Raij (1991), o fósforo é, dos macronutrientes, aquele exigido em menor quantidade pelas plantas. Não obstante, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Esta situação pode ser explicada pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também, porque o elemento tem forte interação com o solo, sofrendo forte fixação.

Para Malavolta (1989), as plantas não conseguem aproveitar mais que 10% do fósforo total aplicado, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre a adsorção deste elemento. O fósforo na planta estimula o crescimento das raízes, garantindo uma arrancada vigorosa.

Embora os trabalhos que envolvem respostas ao fornecimento de P pelas espécies empregadas em florestamentos e reflorestamentos para fins ambientais sejam escassos, têm sido observadas respostas à adubação fosfatada em solos deficientes neste nutriente. A adubação de plantio com NPK como forma de garantir o estabelecimento inicial das mudas no campo é, portanto, recomendável (Siqueira et al., 1995).

Segundo Gonçalves (1995), as características e a quantidade de adubos a ser aplicada dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica.

Mello et al. (1983) relataram que o conteúdo de P total nos solos minerais é variável. Expresso em P_2O_5 , raramente excede 0,5%, geralmente variando entre 0,12 a 0,15%. O P disponível origina-se da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes.

Como as perdas de P no solo por “lixiviação” são muito pequenas em relação às que ocorrem com os adubos nitrogenados e como o seu índice salino é relativamente baixo, essas duas variáveis não são importantes na determinação do modo e da época de aplicação dos fertilizantes fosfatados, tendo em vista o seu maior aproveitamento. O principal fator a considerar na adubação fosfatada (além da dose e do tipo de adubo) é o fenômeno da fixação, o que faz com que o elemento “caminhe” pouco no solo por difusão, até encontrar a raiz (Malavolta, 1980).

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é importante para a formação de povoamentos, com grande repercussão sobre a produtividade. Muitos trabalhos têm sido feitos no sentido de melhorar a qualidade, aliada com a redução de custos de produção de mudas (Gonçalves & Poggiani, 1996).

De acordo com Gonçalves et al. (2000), os solos das regiões tropicais e subtropicais possuem pequenas reservas de nutrientes na forma de minerais primários, com baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de P e elevado grau de agregação, o que, conseqüentemente, faz com que a permeabilidade e o potencial de lixiviação de bases dos solos sejam muito elevados.

Malavolta (1985) relatou que o fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como $H_2PO_4^-$, encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma.

À medida que a raiz cresce no solo, ela absorve os nutrientes que inicialmente se encontram no trajeto de seu crescimento. Com o tempo, há o decréscimo da concentração dos nutrientes perto da superfície das raízes, à medida que eles são absorvidos, criando-se um gradiente de concentração entre a região mais próxima e aquela mais distante da raiz. O transporte do novo suprimento de nutrientes até a superfície de absorção é feito pela água, que é considerada o veículo do processo (Novais et al., 1990).

De acordo com Novais & Smyth (1999), retira-se do solo tropical muito mais P, devido à maior produtividade de biomassa por unidade de tempo, em termos relativos ao disponível, que do solo de clima temperado, que é fonte deste elemento.

Segundo Melo et al. (1995), com o objetivo de estudar a dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta em plantios de *Eucalyptus grandis*, no Rio Grande do Sul, verificaram que os teores de P foram baixos em todos os perfis de solo estudados, sendo este o nutriente mais limitante para a produção atual e futura.

Conforme Barros et al. (1990), sob o ponto de vista conceitual do suprimento de fósforo para a planta, três frações de fosfato têm sido consideradas: a) fosfato na solução do solo; b) fosfato da fração lábil (fosfato retido no solo, mas em equilíbrio com o da solução); e c) fosfato da fração não-lábil (fosfato retido no solo, mas sem equilíbrio, a curto prazo, com o da solução).

De acordo Raij (1991), por causa da baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e da forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa para a fase sólida, onde fica em parte como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil. O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio.

Devido à baixa mobilidade do fósforo no solo, o estudo do efeito de sua localização em relação à planta tem grande significado prático, principalmente em solos de extrema deficiência em fósforo, como é o caso daqueles utilizados em reflorestamento de eucaliptos no País. Assim, a aplicação desse nutriente localizadamente fará com que partes do sistema radicular possam estar em contato com áreas de alta concentração desse nutriente, enquanto outras estarão em área de muito baixa concentração (Novais et al., 1990).

Moreira et al. (1991), estudando o efeito do tempo de contato do fósforo com amostras de três solos sob cerrado (Latosolos Vermelho-Amarelos) sobre sua disponibilidade para mudas de *Eucalyptus grandis*, concluíram que a disponibilidade de P para o crescimento das mudas diminuiu com o aumento do tempo de contato do fertilizante fosfatado com o solo, particularmente naqueles cujas características indicam maior capacidade-tampão de fosfatos.

Neves et al., citados por Novais et al. (1990), pesquisando o efeito da localização da fonte de fósforo no solo no comportamento das raízes e crescimento da parte aérea

de mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram uma íntima relação entre o local de aplicação do fósforo e o crescimento das raízes, havendo uma intensa proliferação de raízes finas e longas nos locais onde havia fósforo externo em maiores concentrações.

Assim, os autores levantaram as seguintes indagações: um solo com fósforo disponível praticamente ausente, como no cerrado, pode permitir crescimento ótimo da planta com o fertilizante fosfatado localizado apenas no sulco de plantio? Como ficaria a absorção de fósforo com o crescimento do sistema radicular fora do sulco ou da cova de plantio? Se houver estímulo ao crescimento radicular de maneira mais restrita ao local onde o fósforo for aplicado, como parece acontecer, como ficaria a absorção de água, a estabilidade da árvore ao vento etc.?

Diante dessas dificuldades, Barros et al. (1990) ressaltaram que uma estratégia segura a ser adotada em solos de baixa fertilidade seria a aplicação dos nutrientes menos móveis, particularmente o fósforo, em um volume maior de solo, para garantir maior suprimento às plantas por um período mais longo.

De acordo com Neves et al. (1990), para que se faça a adequada interpretação de uma dada análise química de solo é importante, em termos de fósforo, considerar outros aspectos, como a textura, o extrator usado, o fato de o nível crítico deste nutriente no solo diminuir com a idade das plantas de eucalipto etc.

Gonçalves (1995) recomenda que 20 a 40% das doses de N e K_2O e 100% da dose de P_2O_5 sejam aplicadas por ocasião do plantio, para espécies de *Pinus* sp. Alternativamente, para evitar que o P seja imobilizado no solo, em maiores quantidades, principalmente nos solos mais argilosos, é interessante parcelar também as aplicações de P_2O_5 . Já para a adubação de cobertura, o autor recomenda que cerca de 60 a 80% das doses de N e K_2O e, opcionalmente, de P_2O_5 devem ser aplicadas.

De acordo com Malavolta (1980), a disponibilidade máxima de fósforo acontece quando o pH está em torno de 6,5; valores mais baixos favorecem a formação de fosfatos de Fe e de Al de baixa disponibilidade. A elevação do pH, por sua vez, conduz à precipitação do P (solução) como fosfatos de cálcio de menor disponibilidade.

Schultz (1997) relatou que no sudeste dos Estados Unidos, na planície litorânea, em florestas de *Pinus taeda*, o P é geralmente o nutriente mais limitante e facilmente

lixiviado para fora do sítio. Uma simples aplicação de 40 a 80 kg de P/ha é geralmente adequada entre as rotações.

Segundo Fernández et al. (2000), com a aplicação de doses crescentes de N-P-K na implantação de *Pinus taeda* em solos roxos no norte de Corrientes, aos 34 meses de idade, detectaram-se diferenças altamente significativas no DAP, na altura total e no volume, com relação às doses de nitrogênio e fósforo, não havendo resposta ao potássio.

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Centro Tecnológico de Silvicultura, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-RS.

Os valores da temperatura e umidade relativa do ar foram medidos com um termohigrógrafo instalado no interior da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento. A temperatura média foi de 21°C, com amplitude de aproximadamente 10 °C, e a umidade relativa do ar média foi de 70%, com amplitude de aproximadamente 30%.

O substrato utilizado foi solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, coletado na camada superficial (0-20 cm), que foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Quadro 1).

Quadro 1 – Análise química do solo utilizado como substrato
Table 1 – Chemical analysis of the soil used

MO (%)	3,3
Argila (%)	27,5
pH (H ₂ O)	4,8
P* (cmol _c /L)	29,5
K* (cmol _c /L)	114,0
Ca (cmol _c /L)	5,3
Mg (cmol _c /L)	4,1
Al (cmol _c /L)	1,0
V (%)	61,5
m (%)	9,5

* Extrator Mehlich I.

Como adubação complementar foram adicionados 10 mg/kg de N e 12,5 mg/kg de K, cujas fontes foram (NH₄)₂SO₄ e KCl, respectivamente.

As sementes de *Parapiptadenia rigida* foram fornecidas pela FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa de Florestas e Conservação do Solo.

Foram usados vasos de polipropileno, com capacidade de 2 dm³, que foram vedados, para evitar a perda de água e nutrientes.

A semeadura foi realizada com cinco sementes, colocadas diretamente na parte central de cada vaso. Decorridos 20 dias da germinação, foi realizado um raleio das plantas, permanecendo a de melhor vigor no centro de cada vaso.

Para determinação da quantidade de água a ser aplicada em cada vaso, foi determinada a capacidade de campo do solo, segundo o método descrito pela EMBRAPA (1997). A água utilizada no estudo foi obtida por meio de destiladores, sendo sua reposição feita mediante a pesagem dos vasos. Os vasos foram alternados semanalmente, para evitar influências do meio.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e oito repetições, totalizando 64 parcelas, de uma planta cada. Os tratamentos foram quantitativos e equidistantes, constituídos por: T1-testemunha (solo sem adição de P), T2- 90 mg/kg, T3- 180 mg/kg, T4-270 mg/kg, T5-360 mg/kg, T6-450 mg/kg, T7-540 mg/kg e T8-630 mg/kg de P, respectivamente, utilizando Ca HPO₄ como sal. O fósforo foi misturado ao solo antes de se fazer a semeadura.

Decorridos 130 dias da semeadura, foram realizadas as medições e as coletas dos dados do experimento. As variáveis avaliadas foram altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total.

Na determinação do peso de matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea. O material foi seco em estufa de circulação forçada a 75 °C, por 72 horas, acondicionadas em sacos de papel pardo. O peso da matéria seca total foi obtido ao somar as duas partes.

Após a obtenção dos dados, realizou-se a análise de variância, para verificar, até o 3º grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis utilizadas. Desta maneira, determinou-se o melhor modelo, em que x é a dose de fósforo e y é a variável de interesse.

Quadro 2 – Análise da variância com decomposição da soma de quadrados de tratamentos em regressões

Table 2 – Analysis of variance with decomposition of sum square treatments in regressions

Parâmetro	CV	QM	Fc	Ft
Altura	1º Grau	188,3256	15,98*	4,00
	2º Grau	154,37519	13,10*	4,00
	3º Grau	34,542618	2,93	4,00
	Erro	11,783854		
Diâmetro	1º Grau	6,490744	43,08*	4,00
	2º Grau	6,040186	40,09*	4,00
	3º Grau	0,4233001	2,81	4,00
	Erro	0,1506473		
Biomassa Aérea	1º Grau	1,4111626	35,84*	4,00
	2º Grau	0,9346245	23,74*	4,00
	3º Grau	0,1089625	2,77	4,00
	Erro	0,0393709		
Biomassa Radicular	1º Grau	0,279219	60,71*	4,00
	2º Grau	0,1138541	47,64*	4,00
	3º Grau	0,0110631	7,91*	4,00
	Erro	0,0058751		
Biomassa Total	1º Grau	1,9479054	44,55*	4,00
	2º Grau	0,724172	31,24*	4,00
	3º Grau	0,0071094	4,25*	4,00
	Erro	0,0548829		

* Efeito significativo a 5% de erro.

Na Figura 1, observa-se que as doses de fósforo influenciaram significativamente os parâmetros avaliados.

Constata-se, na Figura 1, que para as variáveis altura da parte aérea, biomassa radicular e biomassa total a dose de 450 mg/kg de P foi a que apresentou os melhores resultados; para as variáveis diâmetro e biomassa acima do solo, foi a dose de 360 mg/kg de P.

Daniel et al. (1997), em um estudo de aplicação de fósforo em plantas de *Acacia mangium* WILLD, com doses de 200 g/m³ de P₂O₅, 400 g/m³ de P₂O₅, 600 g/m³ de P₂O₅ e 800 g/m³ de P₂O₅ (superfosfato simples), constataram que a partir da dose de 400 g/m³ de P₂O₅ ocorreu um certo equilíbrio entre a rápida aceleração inicial do crescimento e o seu decréscimo. A razão entre a matéria seca de raízes e a matéria seca da parte aérea estabilizou-se em aproximadamente 0,5, atingindo um ponto ótimo estimado de 0,45 com a dose de 639 g/m³ de P₂O₅, havendo uma grande e estável alocação de matéria seca para a parte aérea das mudas, o que é normal na maioria das plantas com suprimento adequado de nutrientes.

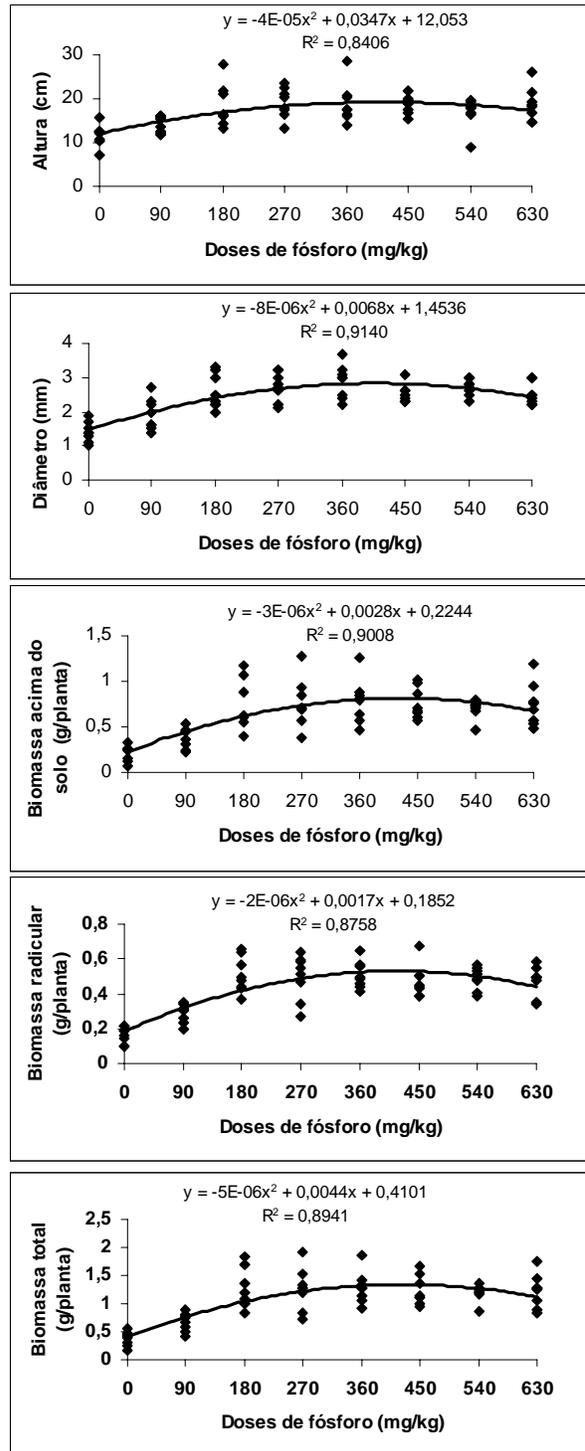


Figura 1 – Gráficos das variáveis medidas em função das doses de fósforo.

Figure 1 – Graphics of measured variables in function of phosphorus doses.

Vogel et al. (2001), utilizando diferentes doses de fósforo no desenvolvimento de *Mimosa scabrella* (bracatinga), constataram que a aplicação de 360 mg/kg de P resultou no maior crescimento destas plantas.

As doses de fósforo utilizadas neste estudo mostraram que os parâmetros avaliados não estabeleceram sua eficiência máxima em uma única dose de fósforo, mas a maioria das variáveis teve melhor desenvolvimento com a dose de 450 mg/kg de P.

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que houve influência positiva da utilização do fósforo no crescimento das mudas de *Parapiptadenia rigida*.

Em solos com teores baixos de P, é necessário usar adubos fosfatados para obter ganhos de produtividade. No caso do experimento em questão, pode-se observar que o solo usado como substrato não tinha baixo teor de P, mas mesmo assim respondeu significativamente às doses aplicadas.

As características e as quantidades de adubos fosfatados aplicados no solo dependerão das necessidades da espécie, das características do solo, da disponibilidade no solo, da forma de reação com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica.

Para suprir o P ao longo do tempo, devem ser aplicadas uma fonte de menor solubilidade em toda a área ou faixa e uma fonte solúvel localizada perto da planta, onde as raízes possam alcançá-lo.

Houve influência positiva da utilização de fósforo até determinada dose, que depois passou a ser negativa.

Verificou-se que o melhor crescimento das mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*) ocorreu com a dose de 450 mg/kg de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.
- DRESCHER, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, v. 131, p. 29-46, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro-RJ: **Manual e métodos de análise de solo**, 1997. 212 p.
- FERNÁNDEZ, R. et al. **Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación**. SILVOARGENTINA I, Governador Virasoro, Corrientes, Argentina, 2000. CD-Rom.
- GONÇALVES, J. L. M. **Características do sistema radicular de *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas (I Distribuição de raízes nas camadas de solo)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21., 1995. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 876-878.
- GONÇALVES, J. L.; POGGIANI, F. **Substratos para produção de mudas florestais**. In: SUELO – CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS; SBCS; ESALQ/USP; CEA – ESALQ/USP; SBM, 1996. (CD-Rom).
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Ed.) **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 97-116.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.
- MELO, V. F. et al. Balanço nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul. IPEF, v. 48/49, p. 8-127, 1995.

MOREIRA, J. F. et al. **Efeito do tempo de contato do fósforo com o solo sobre sua disponibilidade para mudas de eucalipto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 15, p. 303-308, 1991.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição Mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo na planta. In: NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, DPS, 1999. p. 255-270.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Herbário Barbosa Rodrigues-H.B.R.; Superintendência do desenvolvimento da Região Sul-SUDESUL; Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DRNR, 1988. 525 p.

SIQUEIRA, J. O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares.** Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28 p.

SCHULTZ, R. P. **The ecology and culture of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.).** New Orleans: Agricultural Handbook 713. U. S. Department of Agriculture, Forest Service Washington, D. C., 1997. p. 20-28.

VOGEL, H. L. M. et al. **Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Bentham (Bracatinga).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2001. 149 p.