

EFEITO DO FÓSFORO E DO ZINCO SOBRE O CRESCIMENTO DE MUDAS DE FREIJÓ (*Cordia goeldiana* Huber.)¹

Antonio Rodrigues FERNANDES²
Janice Guedes de CARVALHO³
Haroldo Nogueira de PAIVA⁴
José Romilson Paes de MIRANDA⁵

RESUMO: O freijó é uma das espécies madeireiras de grande valor econômico da Amazônia e com grande potencial de uso nos programas de reflorestamento. Com o objetivo de avaliar o efeito de doses de P e de Zn sobre o crescimento de mudas de freijó, realizou-se um experimento em casa de vegetação. Utilizaram-se amostras de um Latossolo Vermelho Escuro, da camada de 0 - 20 cm de profundidade do campus da Universidade Federal de Lavras, que apresentava 1 mg de P (Mehlich 1) e 0,9 mg de Zn por dm^{-3} de solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 doses de P (0; 150; 300 e 450 mg dm^{-3}) e 3 de Zn (0; 5 e 10 mg dm^{-3}), com 4 repetições. Aos 12 meses após o plantio, foram medidos altura e diâmetro e, depois de colhidas as plantas, matéria seca das folhas, caules e raízes. O efeito positivo das doses de P sobre o diâmetro e a altura foi mais pronunciado na ausência do Zn. Maiores produções de matéria seca das partes da planta foram constatadas quando se omitiu o Zn na adubação. Tais resultados indicam que a concentração de Zn do solo utilizado no experimento era adequada para o crescimento das mudas.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Freijó, Fósforo, Zinco, Adubação Fosfatada.

EFFECT OF PHOSPHORUS AND ZINC ON GROWTH OF FREIJÓ SEEDLINGS (*Cordia goeldiana* Huber.)

ABSTRACT: Freijo is specie of great economical value in the Amazon forest and with high potential for reforestation programs. The objectives of this experiment were to determine the effect of P and Zn on growth of freijo seedlings in greenhouse conditions. Samples of a Dark Red Latosol were collected from 0-20 cm depth in the Campus of UFLA. Soil analyses showed 1 mg of P (by Mehlich 1) and 0.9 mg of Zn dm^{-3} . A randomized experimental design with treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme with 4 levels of P (0; 150; 300 and 450 mg dm^{-3}) and 3 levels of Zn (0; 5 and 10 mg dm^{-3}) with four replicates was used. The results showed that P doses had a higher positive effect on diameter and height growth of freijo in the absence of Zn. Similar results were obtained for dry

¹ Aprovado para publicação em 16.10.2002

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Email: arfernan@fcap.br.

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Titular da Universidade Federal de Lavras. Email: janicegc@ufla.br.

⁴ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa. Email: hnpaiva@ufv.br.

⁵ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba. Email: paesr@bol.com.br.

matter production. These results suggested that concentration of Zn in the soil was adequate for the growth of freijó seedlings.

INDEX TERM: Phosphate Fertilization, Micronutrients

1 INTRODUÇÃO

O freijó é uma das espécies madeireiras de grande valor econômico da Amazônia e com grande potencial de uso nos programas de reflorestamento. Pela beleza da cor e as propriedades mecânicas, como a baixa retratibilidade, é particularmente indicada para móveis finos, folhas faqueadas decorativas, lambris, painéis; em construção civil, como caixilhos, persianas, venezianas, ripas, acabamento interno, molduras, guarnições, sarrafos; em construção da estrutura de hélices de pequenos aviões, de barcos de recreio, laterais de escada etc.

Por outro lado, o sucesso da exploração de espécies florestais está relacionado, entre outros fatores, com a qualidade das mudas, tendo em vista que estas devem ser capazes de resistir às condições adversas do meio. Não obstante, na última década, grandes avanços tecnológicos foram conseguidos na produção de mudas de espécies florestais a partir da adoção, como recipientes de mudas, dos cones de plásticos rígidos, vulgarmente conhecidos como tubetes.

No entanto, o substrato empregado na formação de mudas continua a constituir-se um dos mais importantes fatores da produção. Este substrato provém, normalmente, de solos e subsolos pobres em nutrientes, o que torna imprescindível a

utilização de fertilizantes orgânicos e/ou minerais, de modo que as exigências nutricionais das espécies sejam perfeitamente atendidas (MARQUES; YARED, 1984; COSTA FILHO, 1992), fato que favorece o pegamento, sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (CARNEIRO, 1995).

Embora o caráter empírico aplicado no processo de formação de mudas florestais não permita a formulação de recomendações de fertilização adequada e criteriosa, a não extrapolação segura e confiável dessas recomendações conduz a carências ou a desperdícios dos nutrientes aplicados, além de crescimento e qualidade de mudas inadequados (NEVES; GOMES; NOVAIS, 1990).

Respostas positivas a nutrientes, como N, P, K, Ca, Mg, B, Zn e Cu, têm sido amplamente observadas através da adubação de mudas florestais. No caso do P, que tem sido utilizado com muita frequência no enriquecimento mineral dos substratos, associado ou não à calagem, tem sido constatado resultados expressivos na melhoria da qualidade das mudas (NOVAIS; BARROS; NEVES, 1990; SANSIGOLO et al., 1983). Entretanto, respostas das plantas a fósforo são variáveis com o nível deste nutriente no solo e/ou no substrato e a exigência da espécie (MARQUES, 1990; NEVES; GOMES; NOVAIS, 1990;

FERNANDES; CARVALHO; MELO, 2002).

Na prática têm sido constatados desequilíbrios nutricionais resultantes da adubação fosfatada, principalmente quando a concentração de Zn, no solo ou substrato, é muito baixa. Neste sentido, sintomas de deficiência de zinco têm ocorrido freqüentemente em viveiros, associado a elevados teores de P no solo, oriundos da adubação (CAKMAK; MARSCHNER, 1987; PARKER; AGUILERA; THOMASON, 1992; IORIO et al., 1996).

Tem sido proposto por vários autores que a interação fósforo e zinco pode afetar a absorção, translocação e concentração desses nutrientes nos tecidos vegetais, provocando relações inadequadas entre os mesmos. Deste modo, o desequilíbrio nutricional afetaria o crescimento e a qualidade de mudas enviveiradas, colocando em risco o sucesso do empreendimento.

Redução na concentração de zinco em tecidos vegetais, decorrente da resposta em crescimento das plantas à aplicação do fósforo, foi constatada por Marques (1990), Barbosa (1997) e Machado (1998) em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis*), de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) e de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sins), respectivamente, caracterizando, assim, o efeito diluição para o nutriente zinco. O mesmo efeito pode ocorrer com o fósforo. Christensen e Jackson (1981), em trabalhos com plantas de milho e de batata, constataram reduções

da concentração de fósforo associada a uma resposta ao maior crescimento das plantas, resultante da aplicação de zinco.

Neste contexto, este experimento teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de P e Zn sobre o crescimento de mudas de freijó.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Utilizou-se um LATOSSOLO VERMELHO ESCURO (LE) Distrófico, textura argilosa, coletado no campus da UFLA, na camada de 0 – 20 cm de profundidade.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Os fatores foram: 4 doses de P (0; 150; 300 e 450 mg. dm⁻³) na forma de superfosfato triplo e 3 doses de Zn (0; 5 e 10 mg.dm⁻³) na forma de sulfato de zinco.

Foi efetuada calagem utilizando-se carbonato de cálcio (CaCO₃ p.a.), 15 dias antes do transplântio das plântulas, para elevar a saturação por bases do solo para 50%, conforme Raij et al. (1996).

O solo foi incubado com a capacidade máxima de retenção de água. Efetuou-se adubação no substrato, via solução, por ocasião do transplântio das mudas, com os seguintes nutrientes, doses e fontes (mg.dm⁻³ de solo): N = 400, N₂CONH₂; K = 200, KCl; Mg = 60, MgSO₄.7H₂O; Cu = 1,5,

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; B = 0,5, H_3BO_3 ; e Mo = 0,1, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{27} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. As doses recomendadas com base na análise química concordam com metodologia descrita por Malavolta (1980), para experimentos em casa de vegetação, exceto para N, K e Mg. O nitrogênio e o potássio foram parcelados em 4 doses, aplicadas no plantio e aos 30, 90 e 160 dias após o mesmo.

Do solo seco e peneirado, foram coletadas amostras para análises químicas, revelando: pH (em H_2O) = 5,3; P (Mehlich 1) = 1 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; K = 0,9 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; Zn = 0,9 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; H + Al = 2,6 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; Ca = 0,6 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; e Mg = 0,2 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$.

As plântulas de feijó foram produzidas em bandejas-menteiras, contendo 10 dm^3 de vermiculita e foram irrigadas em dias alternados até atingirem o tamanho ideal para transplante, pelo menos dois pares de folhas maduras.

Foram transplantadas para vasos plásticos contendo 5 dm^3 de solo, sendo que uma plântula se constituiu numa parcela. Foram irrigadas com água desmineralizada de modo a não permitir que as plantas sofressem estresse hídrico.

As avaliações foram realizadas doze meses após o plantio, quando as mudas encontravam-se em condições de serem plantadas no campo. As variáveis avaliadas foram: altura, diâmetro ao nível do colo, medido com auxílio de paquímetro, e a matéria seca, após secagem em estufa de ventilação forçada a 70°C até peso constante, das folhas, caules e raízes.

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, e ajustados por equações de regressão através do programa estatístico SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos P e Zn proporcionaram efeito diferenciado sobre o crescimento das mudas de feijó. As doses de P promoveram aumentos no crescimento das mudas em todas as variáveis (Figuras 1a, 2 e 3), enquanto as doses de Zn limitaram o crescimento nas variáveis analisadas (Figura 1b). Vários autores têm observado aumentos expressivos no crescimento e na qualidade de mudas através da adubação com fósforo e com zinco (NOVAIS; BARROS; NEVES, 1990; SANSIGOLO et al., 1983; COSTA FILHO, 1992; MARQUES, 1990; BARBOSA; CARVALHO; MORAIS, 1997).

Por outro lado, a falta de resposta ao Zn, ou mesmo o efeito depressivo sobre o crescimento das plantas nas doses de 5 e 10 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ de solo, neste experimento, pode ser atribuída à concentração do nutriente no solo (0,9 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) que já se encontrava em níveis adequados às exigências da espécie. Esta idéia é compartilhada por Ezequiel (1980), o qual constatou que doses de Zn não incrementaram o crescimento de mudas de café.

Observa-se na Figura 1, que os aumentos nas doses de P propiciaram um maior crescimento das mudas em altura e diâmetro, enquanto que as de Zn limitaram

o crescimento em altura, não afetando, significativamente, o diâmetro. Em algumas espécies florestais, como a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) (COSTA FILHO, 1992; BARBOSA; CARVALHO; MORAIS, 1997), a seringueira (*Hevea brasiliensis*) (MARQUES, 1990) e o angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) (VENTURIN et al., 1999), foram constatados aumentos em altura e diâmetro do caule com a adição de P, enquanto que para o Zn tais aumentos ocorreram até a dose de 5 mg.dm⁻³, exceto para a última espécie que não apresentou resposta positiva. Já no maracujazeiro, doses de Zn similares às utilizadas neste experimento causaram menor crescimento no diâmetro do caule das plantas (MACHADO, 1998).

Corroborando, em parte, com os resultados deste trabalho, Mendonça et al.

(1999) demonstraram que mudas de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) cultivadas em um solo com concentração de 0,7 mg de Zn.dm⁻³ de solo não tiveram o crescimento em altura e diâmetro afetados quando foi omitido Zn na adubação.

As produções de matéria seca das folhas e caules (Figura 2) aumentaram linearmente com as doses de P, independente da presença do Zn. No entanto, maiores rendimentos foram atingidos na ausência do Zn. Tal fato sugere que a concentração deste micronutriente no solo do experimento, de 0,9 mg. dm⁻³, é adequada ao desenvolvimento das mudas e que a elevação deste nível de Zn pode levar a um efeito antagônico com o P (CHRISTENSEN; JACKSON, 1981), resultando em menor crescimento das plantas. Alguns resultados têm demonstrado

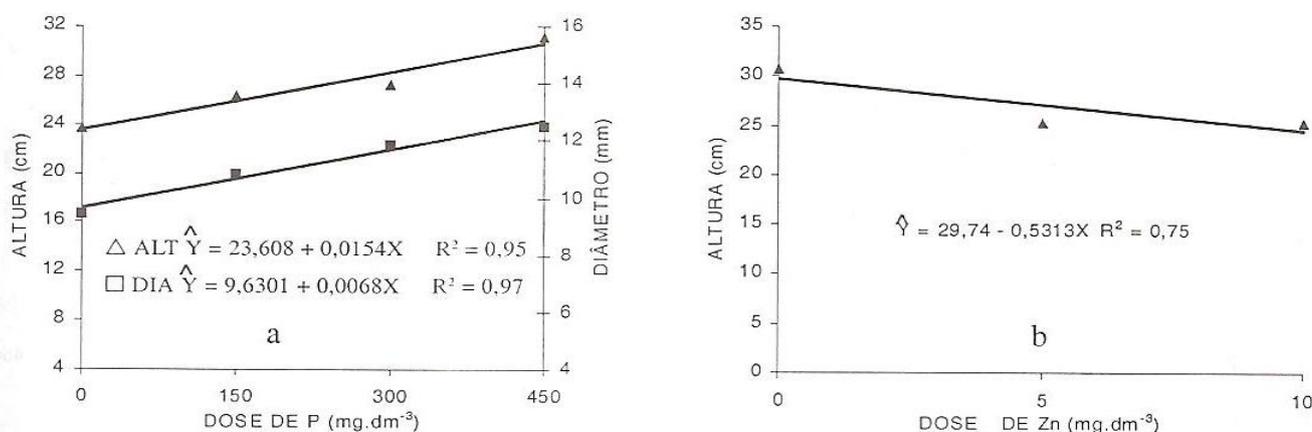


Figura 1 – Altura e diâmetro de mudas de freijó em função de dose de P (a) e altura em função de dose de Zn (b).

a não necessidade de aplicação generalizada de Zn na produção de mudas de eucalipto (COUTO et al., 1985; BARROS; NEVES; NOVAIS, 1985; SGARBI et al., 1999) e, em alguns casos, até prejuízo ao crescimento das mesmas tem sido verificado (BARROS; NEVES; NOVAIS, 1985), como ocorrido neste estudo com o freijó.

Na Figura 3, observa-se um incremento linear das doses de P sobre a matéria seca das raízes e a relação raiz/ parte aérea. A maioria das espécies florestais estudadas até o momento tem apresentado respostas positivas de crescimento das mudas à aplicação de P. Em muitos casos, o P tem sido o fator limitante ao desenvolvimento, como a *Cedrella fissilis* (SILVA; MUNIZ, 1995), a aroeira do sertão BARBOSA;

CARVALHO; MORAIS, 1997; MENDONÇA et al., 1999) o angico amarelo (VENTURIN et al., 1999) e, de acordo com os resultados deste trabalho, o freijó. O nitrogênio e o fósforo, de acordo com Clarkson (1985), são os nutrientes que mais afetam o sistema radicular, quando fornecidos em quantidades insuficientes.

Os aumentos na relação raiz/parte aérea caracteriza uma produção de matéria seca das raízes mais expressiva em relação à parte aérea, com as doses crescentes de P. Tal fato pode se constituir em fator importante no sucesso do empreendimento, uma vez que mudas com sistema radicular mais desenvolvido, provavelmente, terão melhores condições de estabelecimento no campo (BERNARDI; CARMELLO; CARVALHO, 2000).

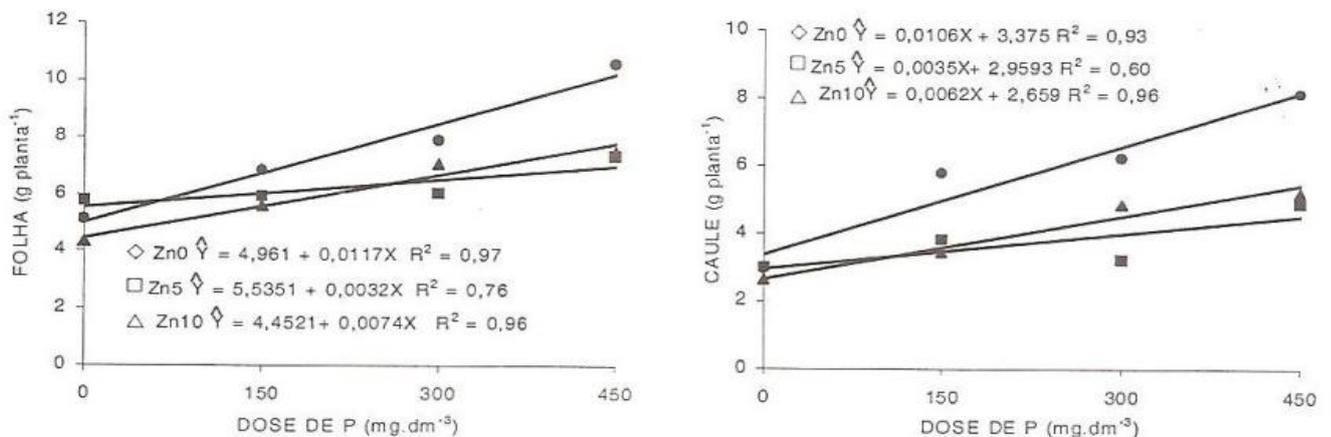


Figura 2 – Matéria seca de folhas e de caules de mudas de freijó em função de dose de P e de dose de Zn.

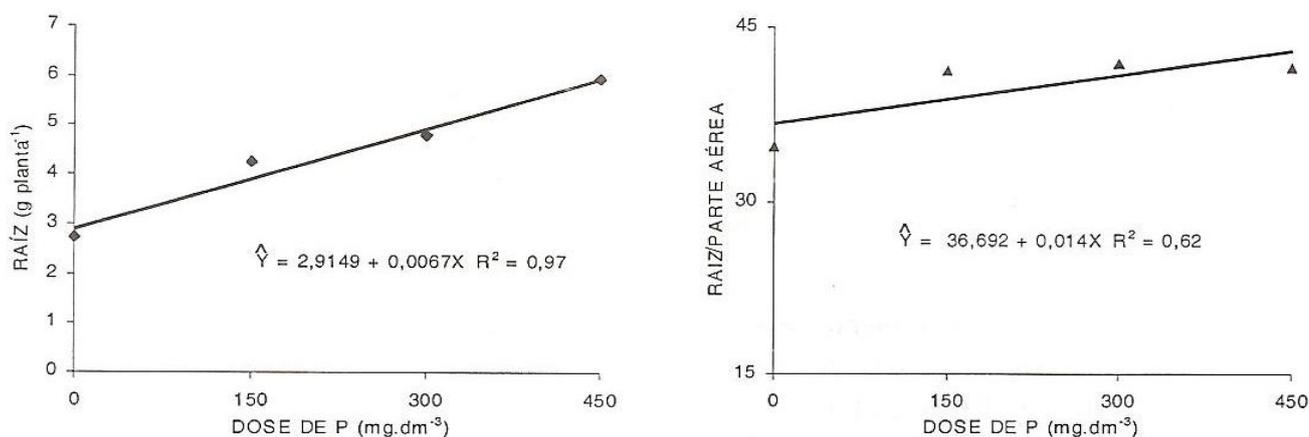


Figura 3 – Matéria seca de raízes e relação raiz/parte aérea de mudas de freijó em função de dose de P.

4 CONCLUSÃO

a) Nas condições em que foi realizado o experimento, a concentração de 0,9 mg de Zn.dm⁻³ de solo foi adequada ao pleno crescimento das mudas de freijó.

b) A aplicação das doses de P (150; 300 e 450 mg.dm⁻³) favoreceu de forma crescente o desenvolvimento das mudas de freijó, especialmente na ausência da adubação com Zn.

c) As doses de zinco (5 e 10 mg.dm⁻³) limitaram o crescimento das mudas de freijó, em decorrência da interação do Zn com o P.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z.; CARVALHO, J.G de; MORAIS, A.R. de. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento da aroeira do sertão (*Myracrodruon urndeuva* Fr. All.). I. Características de crescimento das plantas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.21, n.2, p.196-204, abr./jun. 1997.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Efeito de combinações de B e Zn no crescimento de mudas de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20., 1985, Belém. *Anais...* Campinas: SBCS, 1985. p.109.

BERNARDI, A.C. DE C.; CARMELLO, Q.A. DE C.; CARVALHO, S.A. de. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. *Scientia Agricola*, v.57, n.4, p.733-738, out./dez. 2000.

CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. III. Changes in physiological availability of zinc in plant. *Physiology Plant*, v.70, p.13-20, 1987.

CARNEIRO, J.G.A. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF; Viçosa: Folha de Viçosa, 1995. 451p.

CHRISTENSEN, N.W.; JACKSON, T.L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, n.5, p.904-909, Sept./Oct. 1981.

- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- COSTA FILHO, R.T da. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engler) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In : CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Resumos...* São Paulo: Instituto Florestal, 1992. v.4, p.537-543.
- COUTO, C.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Resposta do eucalipto a aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado. *Revista Árvore*, v.9, n.2, p.134-48, 1985.
- EZEQUIEL, A.C. *Efeito da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 1980. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – ESAL, Lavras, 1980.
- FERNANDES, A.R.; CARVALHO, J.G de; MELO, P.C. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). I. Características de crescimento de plantas. *Cerne*, v.8, 2002. No prelo.
- IORIO, A.F. de; GORGOSCHIDE, L.; RENDINA, A.; BARROS, M.J. Effect of phosphorus, copper, and zinc addition on the phosphorus/copper and phosphorus/zinc interaction in lettuce. *J. Plant Nutr.* v.19, n.3/4, p.481-491, 1996.
- MACHADO, R.A.F. *Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)*. 1998. 93p. (Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – UFLA, Lavras, 1998.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional. In: _____. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. p.219-251.
- MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G. Crescimento de mudas de *Didymopanax morototoni* (Aublet) Dcne (morototó) em viveiro em diferentes misturas de solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais, 1984, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1984. p.149-163.
- MARQUES, R. *Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seingueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*. 1990. 110p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – ESAL, Lavras, 1990.
- MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, V.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). *Cerne*, v.5, n.2, p.65-75, 1999.
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- PARKER, D.R.; AGUILERA, J.J.; THOMASON, D.N. Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelator-buffered nutrient solutions. *Plant and Soil*, v.143, p.163-177, 1992.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.N.C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SANSIGOLO, C.A.; SILVA, H.D. da; PEREIRA, R. da S.; ALVES, S.T. *Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucária e Gmelina no Brasil*. Campinas: Fundação Cargil, 1983.202 p.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L.V.de A.; TAKAHASHI, E.N.; CAMARGO, M.A.F. de. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. *Scientia Forestalis*, n.56, p.69-82, dez. 1999.

SILVA, M.A.G.; MUNIZ, A.S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. *Revista Árvore*, Viçosa, v.19, n.3, p.415-425, 1995.

VENTURIN, V.; DUBOC, E.; VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.34, n.3, p.441-448, mar. 1999.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: UFPel. Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.