

CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR MUDAS DE FREIJÓ (*Cordia goeldiana* HUBER) EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO E DE ZINCO¹

Antonio Rodrigues Fernandes², Haroldo Nogueira de Paiva³, Janice Guedes de Carvalho⁴, José Romilson Paes de Miranda⁵

RESUMO – O objetivo do trabalho foi estudar a influência da relação do fósforo com o zinco sobre o crescimento, teor e conteúdo de nutrientes em plantas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber). 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 dm³ de solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de P (0, 150, 300 e 450 mg dm⁻³) e 3 de Zn (0, 5 e 10 mg dm⁻³), com quatro repetições. Aos 12 meses após o plantio, foram colhidas as plantas e a matéria seca das folhas, caules e raízes, moídas separadamente, para as determinações químicas. A aplicação do fósforo promoveu aumento no crescimento das mudas e nos teores e conteúdos de P nas diferentes partes da planta de freijó e provocou redução nos teores de zinco nas folhas. Nas raízes, na presença de doses de zinco a interação do fósforo com o zinco reduziu o teor de zinco. As doses de zinco proporcionaram aumentos tanto no teor quanto no conteúdo deste nas folhas e raízes diminuíram os conteúdos de P nas folhas e caules das plantas. O efeito sobre os demais macronutrientes foi variado em função da parte da planta analisada.

Palavras-chave: *Cordia goeldiana*, adubação fosfatada e nutrição de plantas.

GROWTH AND NUTRIENT ABSORPTION IN BRAZILIAN WALNUT (*Cordia goeldiana* HUBER) SEEDLINGS AS A FUNCTION OF PHOSPHORUS AND ZINC LEVELS

ABSTRACT – The objective of this work was to study the influence of the zinc-phosphorus relationship on the growth, content and accumulation of nutrients in Brazilian walnut (*Cordia goeldiana* Huber). Samples of Dark-Red Latosol, 0 – 20 cm depth, from the campus of the Federal University of Lavras, with 1 mg P (Mehlich 1) and 0.9 mg Zn per dm³ soil. The experiment was arranged in a complete randomized factorial design 4 x 3, with 4 P doses (0; 150; 300 and 450 mg dm⁻³) and 3 Zn doses (0; 5 and 10 mg dm⁻³), with 4 repetitions. At 12 months after planting, plants were harvested, and dry matter of shoots, roots and leaves were ground separately for chemical analysis. Phosphorus application promoted increase in seedling growth and in the contents and accumulation of P in the different plant parts, but caused reduction in leaf zinc contents. The zinc-phosphorus interaction caused reduction in the zinc content in the roots, when in the presence of the different zinc doses. The zinc doses provided increases in both the level and content of zinc in the leaves and roots and reduced P contents in the leaves and shoots. The effect on the other macronutrients varied with the plant part.

Keywords: *Cordia goeldiana*, phosphate fertilization and plant nutrition.

¹ Recebido em 19.10.2006 e aceito para publicação em 29.03.2007

² Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 66077-530. E-mail: <antonio.fernandes@ufra.edu.br>.

³ Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36570-000 Viçosa-MG. E-mail: <hnpaiva@ufv.br>.

⁴ Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), 37200-000 Lavras-MG. E-mail: <janicegc@ufla.br>.

⁵ Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande-PB. E-mail: <paesr@bol.com.br>.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre as espécies florestais nativas na Amazônia são incipientes, principalmente no que diz respeito às exigências nutricionais, a se considerar a grande variabilidade genética das espécies e heterogeneidade dos solos. Espécie como o freijó (*Cordia goeldiana* Huber), que apresenta uma multiplicidade de uso e excelente valor comercial, tem sido bastante utilizada nos programas de reflorestamento, no entanto muito pouco se sabe sobre o requerimento nutricional.

Frazão (1985), em experimento com omissão de macronutrientes, constatou redução na produção de matéria seca total de mudas de freijó em todos os tratamentos, e os que mais afetaram o crescimento foram o N e, depois, o P. Respostas positivas a diferentes nutrientes têm sido amplamente observadas através da adubação de mudas florestais, assim como variações na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies pioneiras, secundárias e clímax, tanto na fase de viveiro quanto no campo (GONÇALVES et al., 1992).

Muito embora grandes avanços tecnológicos tenham sido conseguidos na produção de mudas de espécies florestais nativas nos últimos anos, o substrato empregado na formação de mudas continua a constituir um dos mais importantes fatores da produção. Esse 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 e YARED, 1984; COSTA FILHO, 1992), fato que favorece a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (CARNEIRO, 1995).

Com relação ao fósforo, a sua carência na maioria dos solos tropicais tem-se constituído em fator limitante para a maioria das culturas, inclusive para o crescimento de espécies florestais exóticas e nativas, muito embora o padrão de resposta das espécies seja bastante diferenciado (MARQUES, 1990; SILVA et al., 1996; PARON et al., 1997; FURTINI NETO et al., 1999). Em razão disso, a adubação fosfatada tem sido utilizada com frequência e em quantidades elevadas no enriquecimento de substratos, associada ou não à calagem, com resultados expressivos na melhoria da qualidade das mudas (SANSIGOLO et al., 1983; NEVES et al., 1990).

Na prática tem sido, entretanto, constatado desequilíbrio nutricional resultante da adubação fosfatada, principalmente quando a concentração de Zn, no solo ou substrato, é muito baixa. Nesse sentido, sintomas de deficiência de zinco têm ocorrido frequentemente em viveiros, associado a elevados teores de P no solo, oriundos da adubação (CAKMAK e MARSCHNER, 1987; PARKER et al., 1992; IORIO et al., 1996). Tem sido proposto por vários autores que a interação do fósforo com zinco pode afetar a absorção, translocação e concentração desses nutrientes nos tecidos vegetais, provocando relações inadequadas entre eles (OLSEN, 1972; MARQUES, 1990; BARBOSA, 1994). Desse modo, o desequilíbrio nutricional afetaria o crescimento e qualidade de mudas enviveiradas, colocando em risco o sucesso do empreendimento.

Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de P e Zn sobre o crescimento, teor e conteúdo de nutrientes em 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 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 quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Os fatores foram: quatro doses de P (0, 150, 300 e 450 mg dm⁻³) na forma de superfosfato triplo e três 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 transplantio das plântulas, para elevar a saturação por bases do solo para 50%, conforme Raij et al. (1996).

O solo foi incubado com sua capacidade máxima de retenção de água. Efetuou-se adubação no substrato, via solução, por ocasião do transplantio 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, CuSO₄.5H₂O; B = 0,5, H₃BO₃; e Mo = 0,1, (NH₄)₆Mo₇O₂₇.4H₂O. As doses recomendadas com base na análise química concordam com a 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 quatro doses, aplicadas no plantio e aos 30, 90 e 160 dias após.

Do solo seco e peneirado, foram coletadas amostras para análises químicas, revelando: pH (em H₂O) = 5,3; P (Mehlich 1) = 1 mg dm⁻³; K = 0,9 mg dm⁻³; Zn = 0,9 mg dm⁻³; H + Al = 2,6 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,6 cmol_c dm⁻³; e Mg = 0,2 cmol_c dm⁻³.

As plântulas de feijó foram produzidas em bandejas-sementeiras, contendo 10 dm³ de vermiculita, e 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 dm³ de solo, e uma plântula se constituiu numa parcela. Foram irrigadas com água desmineralizada, de modo a não permitir que as plantas sofressem estresse hídrico.

Depois de 12 meses após o plantio, procedeu-se à colheita das plantas, separando-as em folhas, caules e raízes. Todas as partes das plantas foram lavadas em água destilada corrente e, após a secagem em estufa de ventilação forçada a 70 °C até peso constante, pesadas, para determinação da massa seca das partes aérea e total, moídas e colocadas em frascos de vidro para as determinações químicas.

No extrato obtido por digestão nitroperclórica do material vegetal, foram obtidos os teores de P por colorimetria, de K por fotometria de chama, de

S por turbidimetria e de Ca, Mg e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. Todos os nutrientes determinados seguiram a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Determinou-se o conteúdo dos nutrientes, multiplicando o teor pela matéria seca de cada parte da planta.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca da parte aérea e total das mudas de feijó aumentaram linearmente com as doses de P, independentemente da presença do Zn (Figura 1). No entanto, maiores rendimentos foram atingidos na ausência do Zn. Tal fato indica que a concentração desse micronutriente no solo do experimento, de 0,9 mg dm⁻³, é adequada ao desenvolvimento das mudas e a elevação desse nível de Zn pode levar a um efeito antagônico com o P (CHRISTENSEN e JACKSON, 1981), resultando em menor crescimento das plantas. 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 seu crescimento afetado quando foi omitido Zn na adubação.

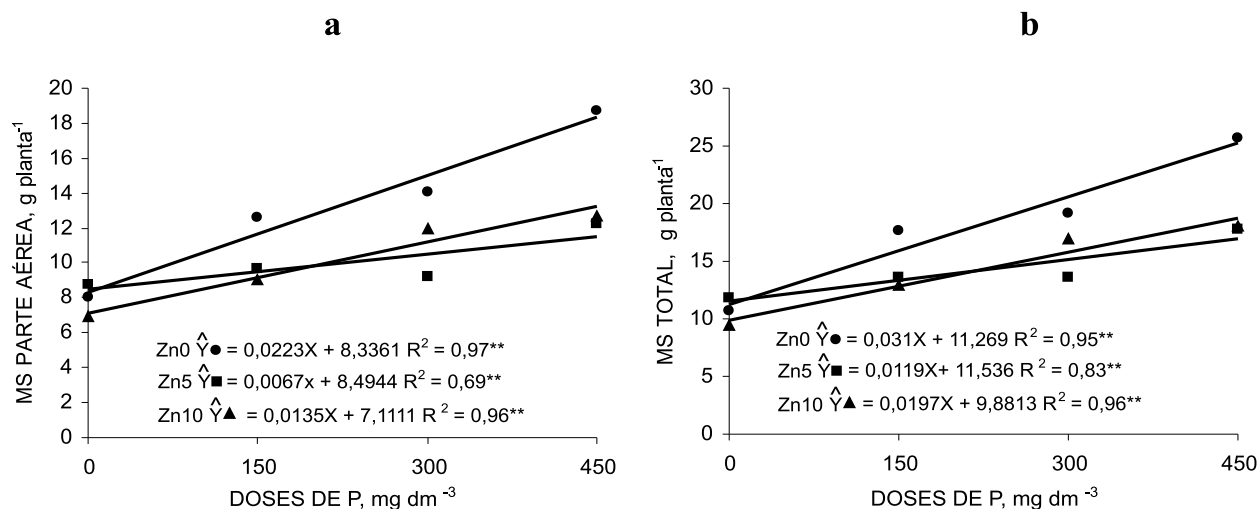


Figura 1 – Massa seca da parte aérea (a) e total de mudas de feijó em razão da interação fósforo/zinco.

Figure 1 – Shoot (a) the total (b) dry matter of Brazilian walnut seedlings as a function of the zinc-phosphorus interaction.

Outros trabalhos têm demonstrado a não-necessidade de aplicação generalizada de Zn na produção de mudas de eucalipto (BARROS et al., 1985; COUTO et al., 1985; SGARBI et al., 1999); em alguns casos, inclusive, esse elemento tem trazido até prejuízo ao crescimento dessas plantas (BARROS et al., 1985).

As doses de fósforo provocaram aumento significativo no teor e conteúdo de P nas folhas, caules e raízes das mudas de freijó (Figura 2ab). Nas folhas, o aumento do teor se ajustou a uma função quadrática, enquanto nas demais partes o ajuste foi linear, assim como o conteúdo nas diferentes partes da planta. Aumentos nos teores de P em razão da fertilização crescente com fósforo, em diferentes espécies florestais, foram constatados por Fernandes et al. (2000), Faria (1994) e Marques (1990). Em relação ao conteúdo de P, Resende et al. (2000) constataram aumentos expressivos em diferentes espécies florestais, na fase inicial de crescimento, em razão de doses crescentes de fósforo.

O aumento das doses de zinco provocou redução significativa no acúmulo de P nas folhas e caules, bem como aumento nas raízes das plantas, enquanto no teor o efeito não foi significativo (Figura 3ab). Reduções significativas no conteúdo de P em função das doses de zinco foram observadas por Paiva et al. (2003) em *Cedrela fissilis* e por Soares et al. (2001) em *Eucalyptus*.

O teor de zinco nas folhas diminuiu em razão das

doses de fósforo, enquanto no caule não houve efeito significativo (Figura 4a). Nas raízes, a interação do fósforo com o zinco provocou redução no teor de Zn, com ajuste quadrático, nas doses de 5 e 10 mg de Zn kg⁻¹ de solo (Figura 4b). Já com relação ao conteúdo de Zn houve aumento nas folhas e caules com as doses crescentes de fósforo, enquanto nas raízes a interação fósforo/zinco proporcionou aumento, com ajuste quadrático das equações, nas doses de 5 e 10 mg de Zn kg⁻¹ de solo (Figuras 5ab). O aumento no conteúdo de zinco com as doses crescentes de fósforo foi em razão do maior crescimento das plantas, uma vez que houve redução no teor de Zn nas folhas e raízes, porém ausência de variação significativa nos caules (Figura 5ab). Reduções no teor e acúmulo de zinco em tecidos vegetais em resposta à aplicação do fósforo têm sido constatadas por vários autores, em diferentes espécies vegetais (MARQUES, 1990; FARIA, 1994; MACHADO, 1998; GONÇALVES et al., 2000).

As doses de zinco promoveram aumento significativo no teor e conteúdo de Zn, nas folhas e caules das plantas de freijó, com ajuste linear das equações (Figura 6ab). Aumentos expressivos tanto no teor quanto no conteúdo de Zn, em função de doses crescentes de zinco, têm sido observados por vários autores, em diversos trabalhos de pesquisa, com diferentes espécies vegetais (SOUZA, 1999; ANDREOTI et al., 2001; PAIVA et al., 2003; MORAES et al., 2004).

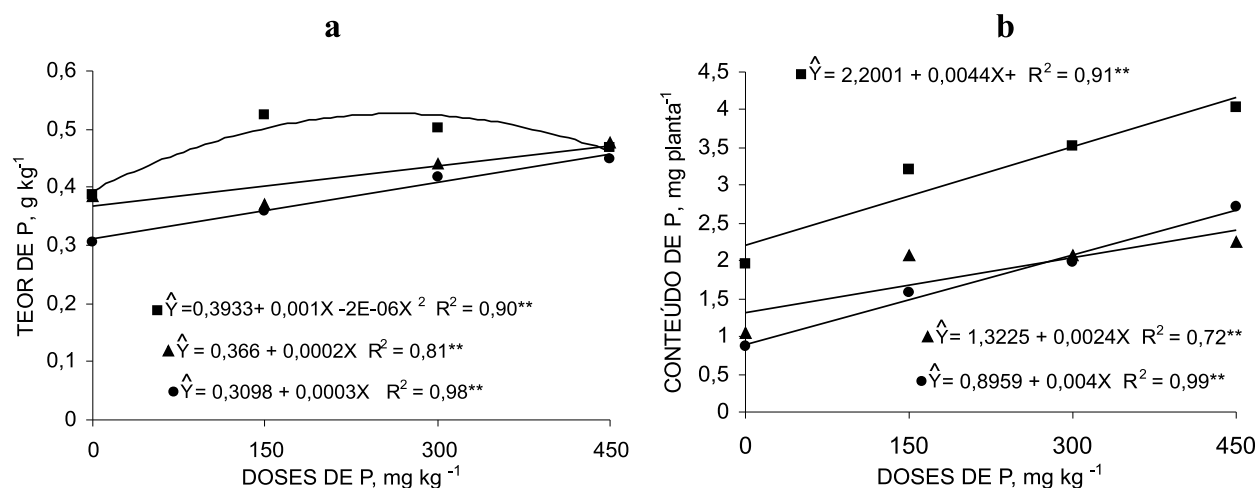


Figura 2 – Teor (a) e conteúdo (b) de P nas folhas (■), caules (●) e raízes (▲) de mudas de freijó em função de doses de fósforo.

Figure 2 – P level (a) and content (b) in leaves (■) shoots (●) and roots (▲) of Brazilian walnut seedlings as a function of phosphorus doses.

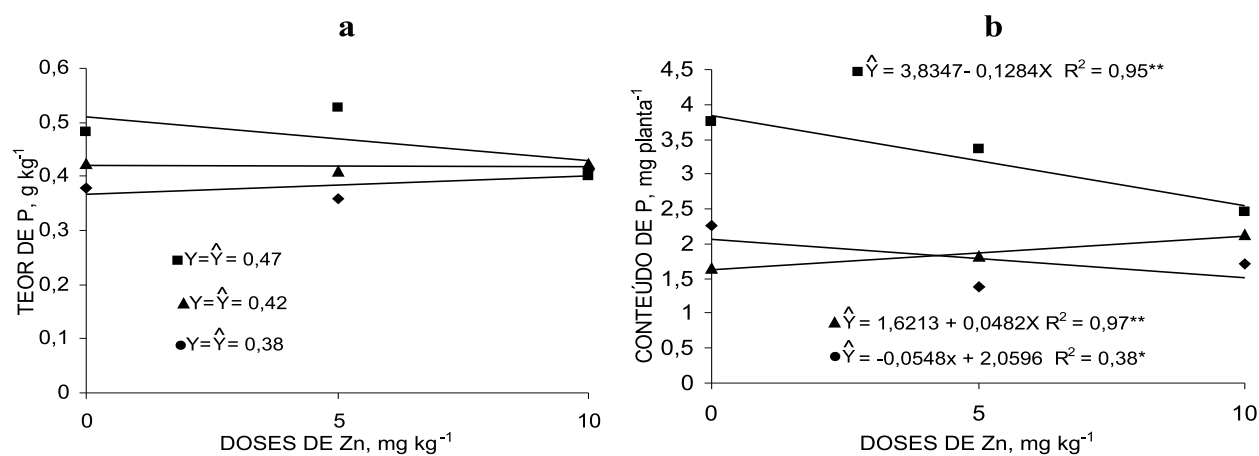


Figura 3 – Teor (a) e conteúdo (b) de P nas folhas (■), caules (●) e raízes (▲) de mudas de freijó em razão de doses de zinco.

Figure 3 – P level (a) and content (b) in leaves (■) shoots (●) and roots (▲) of Brazilian walnut seedlings as a function of zinc doses.

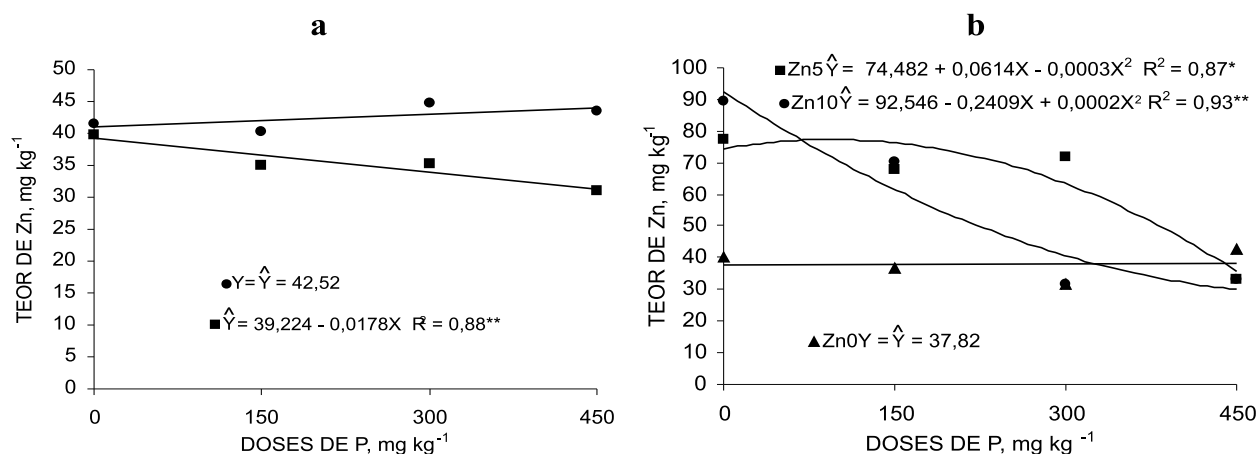


Figura 4 – Teor de Zn nas folhas (■) e caules (●) (a) em razão de doses de fósforo e nas raízes (b) em razão da interação fósforo/zinco de mudas de freijó.

Figure 4 – Zn level in leaves (■) and shoots (●) (a) as a function of phosphorus doses and roots (b) as a function of the zinc-phosphorus interaction in Brazilian walnut seedlings.

O teor de K aumentou nas folhas com um ajuste quadrático e diminuiu nas raízes de forma linear, não se alterando significativamente no caule, em razão das doses de fósforo (Tabela 1). Já o zinco não influenciou o teor de K nas plantas. Barbosa (1994) constatou aumento no teor de K nas folhas e caules da aroeira, com um ajuste quadrático, em razão de doses crescentes de fósforo, enquanto o zinco proporcionou incremento no teor de K nas folhas e redução no caule.

As doses crescentes de fósforo aumentaram do

teor de Ca nas raízes, com um ajuste quadrático, e não alteraram significativamente o teor nas folhas e nos caules. As doses crescentes de zinco elevaram o teor de Ca nos caules e reduziram nas raízes, não alterando seu teor nas folhas. Na aroeira, Barbosa (1994) observou aumento linear no teor de Ca no caule e quadrático nas folhas, em razão de doses crescentes de fósforo. Paiva et al. (2003) verificaram redução no teor de Ca nas raízes, caules e folhas do cedro, em consequência de doses crescentes de zinco.

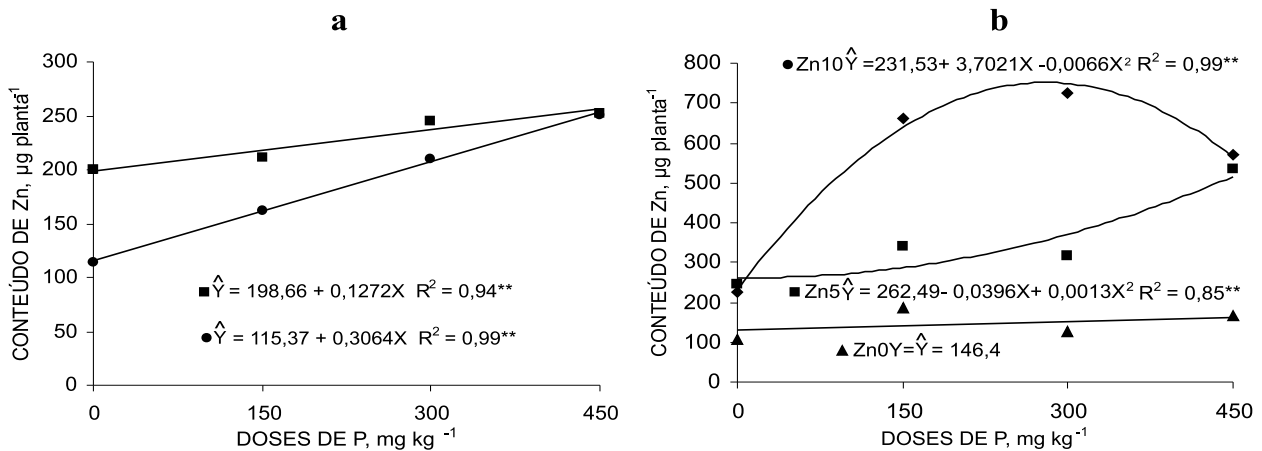


Figura 5 – Conteúdo de Zn nas folhas (■) e caules (●) (a) em razão de doses de fósforo e nas raízes (b) em razão da interação fósforo/zinco de mudas de freijó.

Figure 5 – Zn content in leaves (■) and shoots (●) (a) as a function of phosphorus doses and roots (b) as a function of the zinc-phosphorus interaction in Brazilian walnut seedlings.

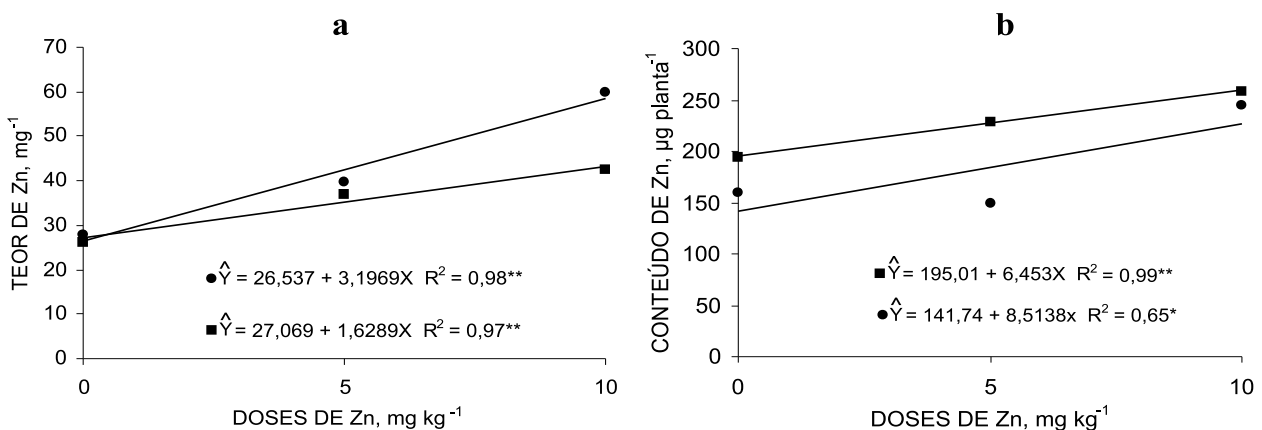


Figura 6 – Teor (a) e conteúdo (b) de Zn nas folhas (■) e caules (●) em razão de doses de zinco de mudas de freijó.

Figure 6 –Level (a) and content (b) of Zn in leaves (■) and shoots (●) in reason of zinc doses in Brazilian walnut seedlings.

O teor de Mg reduziu-se nas folhas e raízes e aumentou nos caules com as doses crescentes de fósforo. A redução no teor de Mg pode ser caracterizada como efeito de diluição, visto ter ocorrido maior incremento de matéria seca nas partes da planta (FERNANDES et al., 2002). Já as doses de zinco provocaram redução no teor de Mg nas raízes, não se alterando significativamente nas folhas e nos caules. Paiva et al. (2003) observaram queda no teor de Mg em diferentes partes de plantas de cedro, com o aumento nas doses de zinco, sugerindo para explicar tal fato, a existência de uma competição iônica (MARSCHNER, 1995).

O teor de S foi influenciado positivamente, com aumentos lineares nas folhas, caules e raízes, pelas

doses crescentes de fósforo, enquanto as doses de zinco não provocaram influência significativa em nenhuma parte da planta de freijó. Aumentos significativos no teor de S foram observados por Barbosa (1994), em função de doses crescentes de fósforo. Com relação ao zinco, Paiva et al. (2003) observaram comportamento semelhante dos teores nas folhas e raízes do cedro.

As doses de fósforo aumentaram significativos os conteúdos de K, Mg e S nas diferentes partes da planta de freijó, enquanto no Ca o efeito positivo ocorreu apenas nas raízes (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa (1994) em folhas e caules de aroeira. O zinco provocou efeito variado no conteúdo dos macronutrientes. O K aumentou nas raízes e diminuiu

nas folhas e caules, enquanto o Ca promoveu o contrário. Já o Mg diminuiu nas folhas e no caule, e o S aumentou nas raízes e reduziu nos caules. Em trabalho com doses

crecentes de zinco em mudas de cedro, Paiva et al. (2003) constataram redução nos conteúdos de K, Ca, Mg e S nas folhas, nos caules e nas raízes.

Tabela 1 – Equações de regressão dos teores de macronutrientes (Y) na raiz, caule e folhas de mudas de freijó, em resposta a diferentes doses de fósforo (X) e de zinco (X)

Table 1 – Regression equations for macronutrient level (y) in the root, shoot and leaves of Brazilian walnut seedlings in response to different doses of phosphorus (x) and zinc (X)

Nutrientes	Parte da Planta	Equações de Regressão Doses de Fósforo	R ²	Equações de Regressão Doses de zinco	R ²
K	Raiz	$\hat{Y} = 6,756 - 0,0031X$	R ² =0,66*	$Y=\hat{Y} = 6,06$	
	Caule	$Y=\hat{Y} = 16,84$		$Y=\hat{Y} = 16,84$	
	Folha	$\hat{Y} = 22,768 + 0,0239X - 5E-05X^2$	R ² =0,98*	$Y=\hat{Y} = 24,08$	
Ca	Raiz	$\hat{Y} = 15,72+0,0388X - 5E-05X^2$	R ² =0,91**	$\hat{Y} = 21,233 - 0,1892X$	R ² =0,83*
	Caule	$Y=\hat{Y} = 14,68$		$\hat{Y} = 13,978 + 0,1408X$	R ² =0,64*
	Folha	$Y = \hat{Y} = 29,11$	R ² =0,88	$Y=\hat{Y} = 29,11$	
Mg	Raiz	$\hat{Y} = 3,5607 - 0,0011X$	R ² =0,59**	$\hat{Y} = 3,5504 - 0,0474X$	R ² =0,79**
	Caule	$\hat{Y} = 2,0452 + 0,002X$	R ² =0,93**	$Y=\hat{Y} = 2,51$	
	Folha	$\hat{Y} = 5,7474 - 0,0045X - 8E-06X^2$	R ² =0,57**	$Y=\hat{Y} = 5,40$	
S	Raiz	$\hat{Y} = 0,5236 + 0,0004X$	R ² =0,74**	$Y=\hat{Y}=0,61$	
	Caule	$\hat{Y} = 0,3946 + 0,0002X$	R ² =0,61**	$Y=\hat{Y} = 0,44$	
	Folha	$\hat{Y} = 0,8828 + 0,0009X$	R ² =0,88**	$Y=\hat{Y} = 1,09$	

* e ** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2 – Equações de regressão dos conteúdos de macronutrientes (Y) na raiz, caule e folhas de mudas de freijó, em resposta a diferentes doses de fósforo (X) e de zinco (X)

Table 2 – Regression equations for macronutrient content (y) in the root, shoot and leaves of Brazilian walnut seedlings in response to different doses of phosphorus (x) and zinc (X)

Nutrientes	Parte da Planta	Equações de Regressão Doses de Fósforo	R ²	Equações de Regressão Doses de zinco	R ²
K	Raiz	$\hat{Y} = 19,637+0,109X -0,0002X^2$	R ² =0,86**	$\hat{Y} = 25,985 + 0,3291X$	R ² =0,83*
	Caule	$\hat{Y} = 48,425 + 0,1119X$	R ² =0,99**	$\hat{Y} = 82,961 - 1,8737X$	R ² =0,64**
	Folha	$\hat{Y} = 120,79 + 0,1792X$	R ² =0,97**	$\hat{Y} = 183,36 - 4,4493X$	R ² =0,93**
Ca	Raiz	$\hat{Y} = 15,72+0,0388X - 5E-05X^2$	R ² =0,91**	$\hat{Y} = 21,233 - 0,1892X$	R ² =0,83*
	Caule	$Y=\hat{Y} = 14,68$		$\hat{Y} = 13,978 + 0,1408X$	R ² =0,63*
	Folha	$Y=\hat{Y}=29,11$		$Y=\hat{Y} = 29,11$	
Mg	Raiz	$\hat{Y} = 10,79+ 0,0427X -8E-05X^2$	R ² =0,70**	$Y=\hat{Y} = 14,17$	
	Caule	$\hat{Y} = 5,8233 + 0,0252X$	R ² =0,99**	$\hat{Y} = 13,135 - 0,3262X$	R ² =0,42**
	Folha	$\hat{Y} = 27,739 + 0,037X$	R ² =0,88**	$\hat{Y} = 40,829 - 0,9537X$	R ² =0,54**
S	Raiz	$\hat{Y} = 1,5601+0,0104X - 1E-05X^2$	R ² =0,97*	$\hat{Y} = 2,4113 + 0,0648X$	R ² =0,89*
	Caule	$\hat{Y} = 1,1297 + 0,0038X$	R ² =0,99**	$\hat{Y} = 2,2566 - 0,056X$	R ² =0,56**
	Folha	$\hat{Y} = 4,1451+0,0229X -4E-05X^2$	R ² =0,99**	$\hat{Y}=Y = 6,52$	

* e ** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O fósforo promoveu aumento linear no crescimento das mudas e nos teores e conteúdos de P nas diferentes partes da planta de freijó, bem como provocou redução nos teores de zinco nas folhas. A interação do fósforo com o zinco diminuiu o teor de zinco nas raízes.

As doses de zinco proporcionaram aumentos no teor e conteúdo de Zn nas folhas e raízes e provocaram redução nos conteúdos de P nas folhas e caules das plantas. Seu efeito sobre os demais macronutrientes foi variado, conforme as partes da planta.

5. REFERÊNCIAS

- ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.321-327, 2001.
- BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de Myracrodum urundeuva Fr. All. (aroeira do sertão)**. 1994. 105f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- 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...** Belém: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1985. p.109.
- 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, 1995. 451p.
- CHRISTENSEN, N. W.; JACKSON, T. L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, n.5, p.904-909, 1981.
- COSTA FILHO, R. T. 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. et al. Resposta do eucalipto a aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado. **Revista Árvore**, v.9, n.2, p.134-148, 1985.
- FARIA, M. P. **Resposta de leguminosas arbóreas a fósforo e fungo micorrízico em latossolo vermelho-escuro da região Campos das Vertentes (MG)**. 1994 128f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- FERNANDES, A. R. et al. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber.). **Revista de Ciências Agrárias**, n.37, p.123-131, 2002.
- FERNANDES, L. A. et al. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.
- FRAZÃO, D. A. C. **Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana* HUBER) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em Latossolo Amarelo distrófico, Belterra, Pará**. 1985. 194f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.
- FURTINI NETO, A. E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de espécies florestais na fase de mudas. **Cerne**, v.5, n.2, p.001-012, 1999.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, n.2, p.463-469, 1992.

IORIO, A. F. et al. Effect of phosphorus, copper, and zinc addition on the phosphorus/copper and phosphorus/zinc interaction in lettuce. **Journal of Plant Nutrition**, 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. 93f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. p.219-251.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

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: UFPR/FUPEF, 1984. p.149-163.

MARQUES, R. **Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**. 1990. 110f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). **Revista Cerne**, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

MORAES, M. F. et al. Resposta do arroz em casa de vegetação a fontes de micronutrientes de diferentes granulometria e solubilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.611-614, 2004.

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: Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.

OLSEN, S. R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Eds.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.243-264.

PAIVA, H. N. et al. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.1-10, 2003.

PARKER, D. R.; AGUILERA, J. J.; THOMASON, D. N. Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelatorbuffered nutrient solutions. **Plant and Soil**, v.143, p.163-177, 1992.

PARON, M. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. Fungo micorrízico, fósforo e nitrogênio no crescimento inicial da trema e do fedegoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.4, p.567-574, 1997.

RAIJ, B. van. et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RESENDE, A. V. et al. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.160-173, 2000.

SANSIGOLO, C. A. et al. **Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucária e Gmelina no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1983.202 p.

SGARBI, F. et al. 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, 1999.

R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.599-608, 2007

SILVA, I. R. et al. Absorção de nutrientes em espécies florestais sob influência da adubação potássica. **Revista do Instituto Florestal**, v.8, n.2, p.99-108, 1996.

SOARES, C. R. F. S. et al. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.339-348, 2001.

SOUZA, C. A. S. **Aplicação de zinco via solo em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação**. 1999. 159f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1991. 101p.