

EFEITO DO FÓSFORO E DO ZINCO SOBRE O CRESCIMENTO DE MUDAS DO CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum* Schum.)

Antonio Rodrigues Fernandes¹; Janice Guedes de Carvalho²; Paulo César Melo³

(Recebido: 8 de outubro de 1999; aceito: 20 de novembro de 2003)

RESUMO: O efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) foi avaliado em um experimento em casa de vegetação. Utilizou-se amostra de um Latossolo Vermelho distrófico típico, da camada de 0-20 cm do Campus da UFLA, que apresentava 1 mg dm⁻³ de P (Mehlich 1) e 0,9 mg de Zn por dm⁻³ de solo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em 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 8 meses após o plantio, mediram-se altura e diâmetro e, após colhido o experimento, área foliar e matéria seca. A aplicação de Zn promoveu aumento linear no diâmetro e na matéria seca do caule e da raiz. Foi verificado efeito significativo da interação P/Zn na altura, na área foliar e na matéria seca das folhas, da parte aérea e total. A combinação das doses 300 mg de P e 5 mg de Zn dm⁻³ de solo proporcionou os maiores valores para área foliar, bem como para matéria seca das folhas, da parte aérea e total.

Palavras-chave: interação P/Zn, Latossolo, altura de planta, área foliar, matéria seca.

EFFECT OF PHOSPHORUS AND ZINC ON THE GROWTH OF *Theobroma grandiflorum* Schum SEEDLINGS.

ABSTRACT: The effect of phosphorus and zinc on the growth of "cupuaçu" (*Theobroma grandiflorum* Schum.) seedlings was evaluated under greenhouse conditions. Samples of a typical dystrophic Red Latosol (Oxisol) were collected from 0-20 cm depth in the Campus of Federal University of Lavras, Minas Gerais State, Brazil. Soil analyses showed 1 mg P (by Mehlich 1) and 0.9 mg of Zn dm⁻³. A randomized experimental block design with treatments arranged in a factorial 4 x 3 scheme, with four levels of P (0; 150; 300 and 450 mg dm⁻³) and three levels of Zn (0; 5 and 10 mg dm⁻³), with four replications, was used. Data collected were height, and diameter of plants eight months after planting, leaf area and dry matter production after harvesting the experiment. Results showed that P, Zn application and the interaction P/Zn increased ($p < 0,05$) growth of cupuaçu seedlings. The treatment that produced the highest leaf area and dry matter production of plants was the combination of 300 mg P and 5 mg Zn dm⁻³ of soil.

Key words: P/Zn interaction, Oxisol, plant height, leaf area, dry matter

¹ Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA; Caixa Postal 917, CEP 66077-530, Belém, PA. arfernan@ufra.edu.br

² Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA; Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. janicegc@ufla.br

³ Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia-UFU; Caixa Postal 593, CEP38400-902, Uberlândia, MG

1 INTRODUÇÃO

Atualmente já existe um consenso, entre pesquisadores do Brasil e do exterior, de que a agricultura na região Amazônica deve ser desenvolvida, prioritariamente, com culturas perenes, como é o caso da maioria das fruteiras tropicais, em função da adequabilidade dessas espécies às condições ecológicas da região (Clement & Arckoll, 1979). No entanto, a imensa potencialidade das espécies frutíferas da Amazônia, tanto nativas quanto exóticas aclimatadas, ainda não foi devidamente explorada.

As frutas da Amazônia, pelos seus sabores exóticos, têm despertado grande interesse nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como internacional, com destaque para o cupuaçu, em função do sabor agradável e das variadas formas de utilização de sua polpa.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) é uma espécie perene e arbórea pertencente à família Sterculiaceae, originária da Amazônia. Em função da grande aceitação dos seus frutos pelas excelentes características organolépticas, desponta atualmente como uma das fruteiras mais promissoras para a região. Ressalta-se que a demanda regional ainda é maior que a oferta e, além disso, tem ganho maior importância com o aumento das exportações, associado às características favoráveis do seu cultivo em sistemas agroflorestais, o que certamente provocaria menor impacto ambiental. Está distribuída por toda a bacia Amazônica, parte do estado do Maranhão, Tocantins e da Bahia e, ocasionalmente, em outros países, como Colômbia, Venezuela, Equador e Costa Rica (Souza et al., 1996).

Apesar de ter despertado grande interesse pelo plantio comercial, principalmente nos estados do Norte, onde é cultivado em solos de baixa fertilidade natural, pouco se sabe sobre suas exigências nutricionais.

O uso de fertilizantes, seja para a melhoria dos rendimentos das culturas ou da qualidade de mudas, é fato consumado. Desse modo, o rendimento máximo é obtido pela combinação específica entre as concentrações dos nutrientes, uma vez que a concentração em excesso de um dado nutriente pode promover um desequilíbrio nutricional, afetando a concentração e/ou absorção de outro, ou mesmo o nível crítico daquele.

A deficiência de fósforo nos solos brasileiros é uma das maiores limitações aos bons rendimentos das culturas, principalmente quando se trata de solos ácidos e com elevada capacidade de fixação de P por compostos de alumínio e de ferro. Neste contexto, doses elevadas de fósforo têm sido utilizadas tanto para as culturas definitivas quanto para a produção de mudas, o que tem causado desequilíbrio nutricional, principalmente com os micronutrientes Cu e Zn (Olsen, 1972). Sintomas de deficiência de zinco têm ocorrido freqüentemente em viveiros, associados a elevados teores de P nos solos oriundos da adubação (Olsen, 1972; Cardoso et al., 1985; Cakmak & Marschner, 1987; Marques, 1990; Parker et al., 1992; Iorio et al., 1996).

Muitas pesquisas têm referenciado que a interação do fósforo com o zinco pode afetar a absorção, translocação e concentração desses nutrientes nos tecidos vegetais, provocando relações inadequadas entre os mesmos. Desse modo, o desequilíbrio nutricional pode reduzir o crescimento e a qualidade de mudas enviveiradas, colocando em risco o sucesso do empreendimento.

Mecanismos diferentes para explicar o efeito da interação do fósforo com o zinco têm sido propostos por diversos autores. Loneragan et al. (1979) sugerem que a solubilidade do zinco é diminuída em função de uma maior adsorção com óxidos e hidróxidos e, ainda, nos casos em que não há redução no teor de zinco nos tecidos vegetais, devido à adição de fósforo, o aparecimento de sintomas que

revelam um crescimento anormal das plantas poderia estar relacionado à toxidez de fósforo e não à deficiência de zinco. Já Olsen (1972) propõe que o desequilíbrio entre o P e o Zn, em função de respectivas concentrações excessivas, interfere na função metabólica do zinco em certos sítios celulares, podendo causar: uma diminuição da taxa de translocação de Zn ou P da raiz para a parte aérea; uma diluição da concentração de Zn ou de P na parte aérea da planta em resposta ao P ou Zn, respectivamente ou uma desordem metabólica no interior das células da planta.

Redução na concentração de zinco em tecidos vegetais, decorrente da resposta em crescimento das plantas à aplicação do fósforo foi constatada por Marques (1990) e Barbosa (1994) em plantas de seringueira e de aroeira do sertão, respectivamente, caracterizando, assim, o efeito diluição para o nutriente zinco. O mesmo efeito pode ocorrer também com o fósforo, como observado por Christensen & Jackson (1981), que constataram em plantas de milho e de batata uma redução da concentração de fósforo associada a uma resposta ao maior crescimento das plantas, resultante da aplicação de zinco.

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo e de zinco sobre o crescimento de mudas de cupuaçuzeiro, em um Latossolo Vermelho Escuro, de textura argilosa.

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 distrófico típico, textura argilosa, coletado no Campus da UFLA, na camada de 0 – 20 cm.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 12 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Os fatores constituíram-se respectivamente, de 4 doses de P

(0, 150, 300 e 450 mg dm⁻³) na forma de superfosfato triplo e 3 doses de Zn (0,50 e 10 mg dm⁻³) na forma de sulfato de zinco.

Foi efetuada calagem utilizando-se carbonato de cálcio (CaCO₃ p.a.), 12 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 metodologia descrita por Malavolta (1980) para experimentos em casa de vegetação, exceto para N, K e Mg. O N e o K 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 H₂O) = 5,2; P Mehlich I = 1 mg dm⁻³; H + Al = 1,7 cmol_c dm⁻³; K = 0,13 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,7 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,2 cmol_c dm⁻³; Zn = 0,9 mg dm⁻³; CTC = 2,61 cmol_c dm⁻³ e V = 35%.

As plântulas de cupuaçuzeiro foram produzidas em bandejas contendo 10 dm⁻³ de vermiculita e foram irrigadas em dias alternados até atingirem o tamanho ideal para transplantio, o que equivale a, pelo menos, duas folhas maduras. As sementes oriundas de Belém do Pará, transportadas ainda nos frutos para uma melhor conservação do poder germinativo, foram despolpadas e desinfetadas, submergindo-as em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por um período de 10 minutos.

As mudas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 1,7 dm³ de solo, tendo uma plântula constituído uma parcela.

Os vasos foram regados com água desmineralizada de modo a não permitir que as plantas sofressem estresse hídrico.

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

Os resultados para as variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e ajustados por equações de regressão, utilizando-se o programa de análises estatísticas SANEST.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sintomas de deficiência

Foram observados sintomas de deficiência de zinco nas plantas dos tratamentos que não receberam zinco e que foram supridas de fósforo. Esses sintomas caracterizam-se por encurtamento dos internódios, redução do tamanho das folhas novas e estreitamento, apresentando-se lanceoladas e cloróticas. Esses sintomas ficaram mais pronunciados à medida que cresceram as doses de fósforo, concordando com observações feitas por Parker et al. (1992). Não foram observados sintomas nas raízes.

Plantas que foram supridas com as doses de zinco de 5 mg dm⁻³ e de fósforo de 450 mg dm⁻³ apresentaram sintomas semelhantes às que não receberam zinco, porém, em menor intensidade. Aumento no nível de fósforo no solo ou em solução nutritiva pode, por muitos mecanismos, reduzir a concentração de zinco nas folhas, levando até ao aparecimento de sintomas de deficiência de zinco (Olsen, 1972; Cakmak & Marschner, 1987; Marques,

1990). Também tem sido sugerido que elevadas concentrações de P nas folhas induzem a deficiências de Zn, mesmo quando ele se encontra numa concentração adequada nas folhas. Esta deficiência tem sido atribuída ao excesso de P aumentando a necessidade fisiológica de Zn (Milikan et al. 1968; Cakmak & Marschner, 1987; Web & Loneragan, 1988).

3.2 Altura, diâmetro e área foliar

O crescimento das plantas em altura foi linear com as doses de P na ausência do zinco (Zn0) e dentro da dose de 5 mg de zinco dm⁻³ de solo (Zn5), apresentando comportamento quadrático na dose de 10 mg de zinco dm⁻³ de solo (Zn10) (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa (1994), em ensaio com a aroeira do sertão.

O diâmetro (Figura 2) e a matéria seca das raízes e caules (Figura 4) foram influenciados pelas doses de zinco, apresentando um crescimento linear.

As doses de fósforo e zinco promoveram efeitos significativos ($P < 0,05$) na área foliar (Figura 3) e matéria seca das folhas (Figura 5), da parte aérea (Figura 6) e total (Figura 7). Na ausência do Zn ocorreram aumentos lineares de tais variáveis, proporcionados pelas doses crescentes de P, porém, menores do que aqueles promovidos pela presença dos dois nutrientes, exceção feita apenas para a dose mais elevada de P, 450 mg dm⁻³ de solo.

Analisando-se o efeito das doses de P dentro das doses de zinco, observa-se que tanto o aumento de área foliar quanto o da produção de matéria seca (Figuras 3, 5, 6 e 7) se ajustaram a funções quadráticas, tendo as combinações das doses de P e Zn de 300 e 5 mg dm⁻³ de solo, respectivamente, sido as que apresentaram os maiores valores médios para aquelas características.

Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (1997) com a cultura do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), os quais obtiveram maiores produções de matéria seca nas doses de P e Zn de 300 e 5 mg dm⁻³, respectivamente.

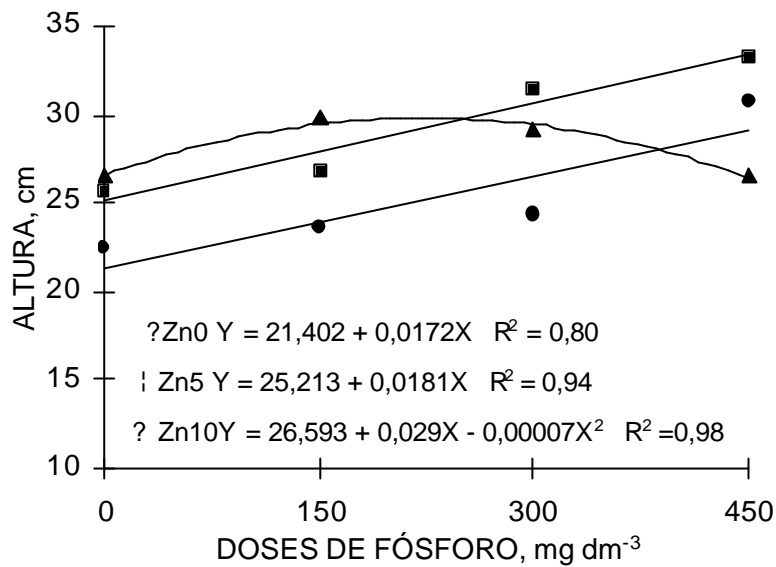


Figura 1. Altura de plantas de cupuaçuzeiro, em função de doses de fósforo e zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 1. Plants height of cupuaçu as a function of phosphorus and zinc doses in a typical dystrophic red latosol.

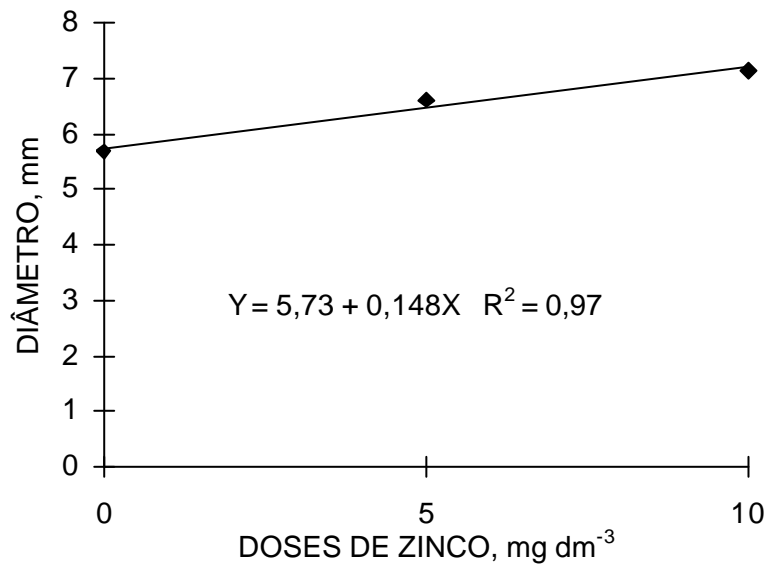


Figura 2. Diâmetro de plantas de cupuaçuzeiro, em função de doses de zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 2. Plants diameter of cupuaçu as a function of zinc doses in a typical dystrophic red latosol.

Diante da redução na produção de matéria seca provocada pela dose de P de 450 mg dm⁻³ de solo em relação à imediatamente inferior (300 mg dm⁻³), independentemente da dose de Zn, pode-se inferir que naquela dose ocorreu efeito antagônico do P sobre o Zn, caracterizado pelo menor crescimento da planta.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os de Parker et al. (1992), os quais observaram que para um determinado nível de zinco, à medida que se aumentava o fósforo havia uma redução no rendimento de matéria seca em duas cultivares de tomate. Já em solos calcários, Golakiya et al. (1995) constataram que a interação do P com o Zn tornou-se antagônica quando foram utilizadas doses de P

de 50 e de Zn 20 mg dm⁻³ de solo, respectivamente, causando uma redução de 21% no rendimento de grãos de trigo.

De outro modo, Machado (1998) constatou que as características de crescimento, como matéria seca, altura e número de folhas do maracujazeiro, sofreram influência do fósforo e do zinco, em que a combinação de 5 mg de Zn dm⁻³ de solo e 450 mg de P dm⁻³ de solo propiciou a obtenção de mudas aptas para o plantio e com altura superior às demais. Esta diferença em relação às proporções de zinco e fósforo do maracujazeiro para o cupuaçuzeiro, constatadas neste trabalho, pode ser justificada por uma maior exigência e ou uma menor eficiência na absorção e utilização do fósforo por parte da primeira planta.

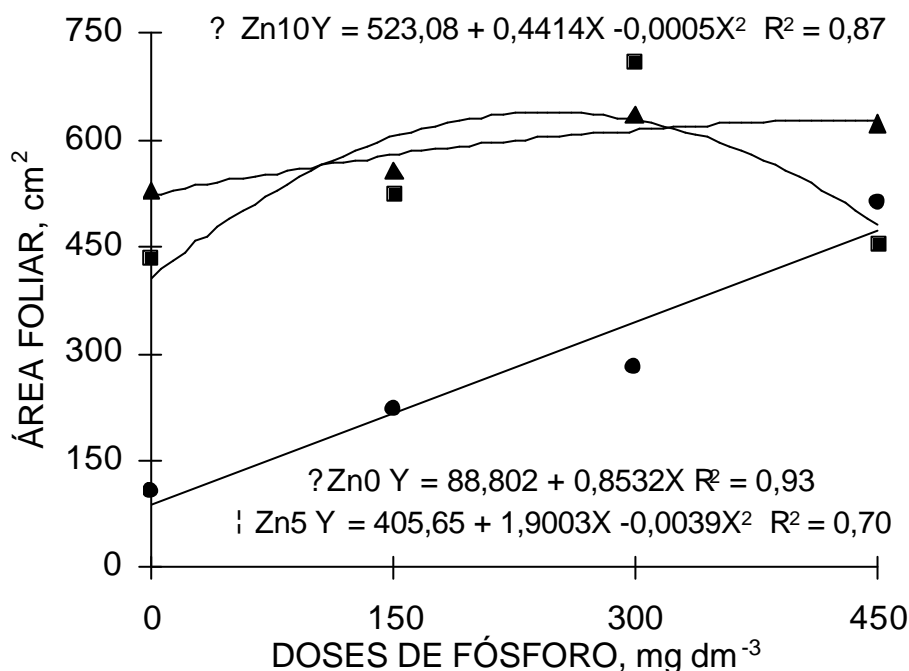


Figura 3. Área foliar de cupuaçuzeiro, em função de doses de fósforo e zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 3. Foliar area of cupuaçuças as a function of phosphorus and zinc doses in a tipic dystrophic red latosol.

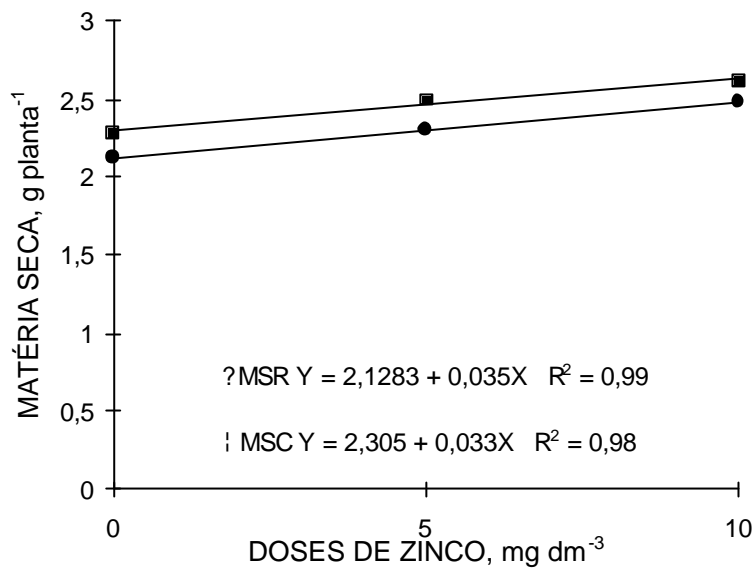


Figura 4. Matéria seca de raízes (MSR) e caules (MSC) de cupuaçuzeiro, em função de doses de zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 4. Stems and roots dry matter of cupuaçu as a function of zinc doses in a típico dystrophic red latosol

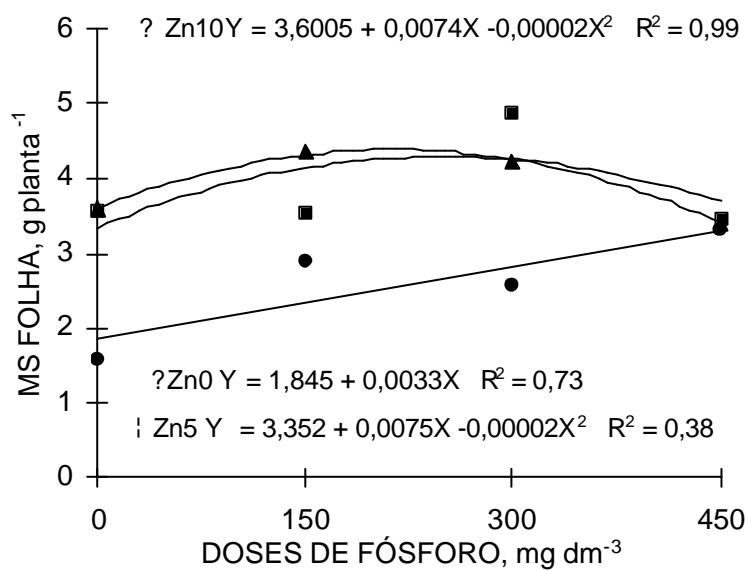


Figura 5. Matéria seca das folhas de cupuaçuzeiro, em função de doses de fósforo e zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 5. Leaf dry matter of cupuaçu in function of phosphorus and zinc doses in a típico dystrophic red latosol.

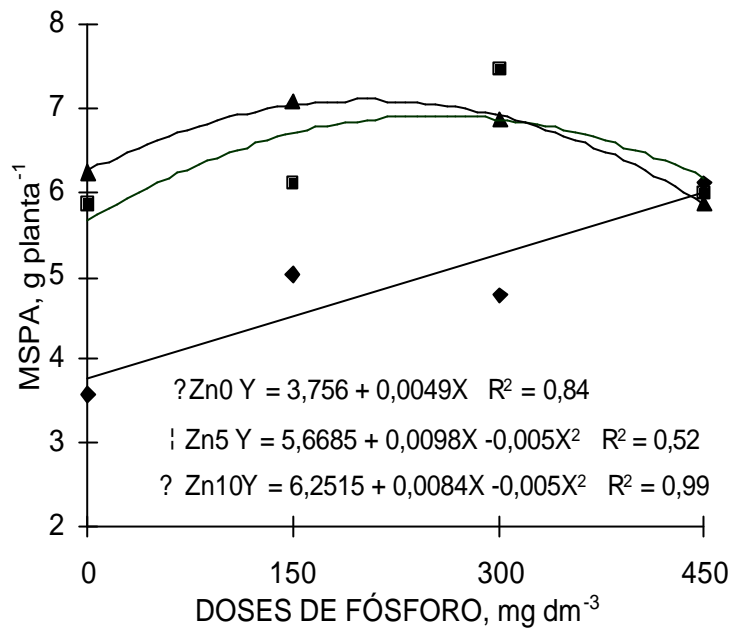


Figura 6. Matéria seca da parte aérea (MSPA) de cupuaçuzeiro, em função de doses de fósforo e zinco, em Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Figure 6. Shoot dry matter of cupuaçu in function of phosphorus and zinc doses in a tipic dystrophic red latosol.

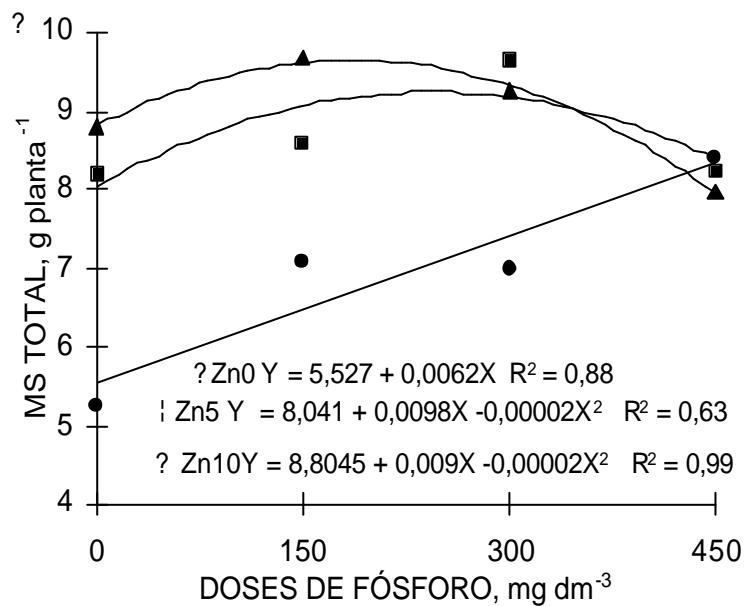


Figura 7. Matéria seca total de cupuaçuzeiro, em função de doses de fósforo e zinco, em Latossolo Vermelho Distrofíco Típico.

Figure 7. Total dry matter of cupuaçu in function of phosphorus and zinc doses in a tipic dystrophic red latosol.

4 CONCLUSÕES

Tanto o fósforo quanto o zinco, isoladamente, promoveram aumentos no crescimento das mudas de cupuaçuzeiro.

A interação do fósforo com o zinco causou um efeito positivo sobre o crescimento das mudas de cupuaçuzeiro, até a combinação de 300 mg de P e 5 mg de Zn dm⁻³ de solo.

Na dose mais elevada de fósforo ocorreu uma redução no desenvolvimento das mudas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodum urundeuva* Fr. All. (aroeira do sertão)**. 1994. 105 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG..
- CARDOSO, D. J.; DURIGAN, M. E.; SANQUETTA, C. R.; REISSMAN, C. R. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) sob cinco níveis de fósforo - informe preliminar. **Revista Floresta**, Viçosa, v.15 n.1/2, p.49-65, jun./dez. 1985.
- CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. III. Changes in physiological availability of zinc in plant. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.70, p.13-20, 1987.
- CLEMENT, C. R.; ARCKOLL, D. A. A política florestal e o futuro promissor da fruticultura da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, n. 4, p. 173-177, dez. 1979.
- CHRISTENSEN, N. W.; JACKSON, T. L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, n. 5, p. 904-909, Sept./Oct. 1981.
- GOLAKIYA, B. A.; PATEL, M. S.; SUTARIA, G. S. Effect of P and Zn on wheat crop grown on calcareous soils. **Research Journal Science**, Madhya Pradesh, v. 21, n. 1, p. 28-35, 1995.
- IORIO, A. F. de; GORGOSCHIDE, L.; RENDINA, A. et al. Effect of phosphorus, copper, and zinc addition on the phosphorus/copper and phosphorus/zinc interaction in lettuce. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 19, n. 3/4, p. 481-491, 1996.
- LONERAGAN, J. F.; GROVE, T. S.; ROBSON, A. D. et al. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interaction in plants. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 5, p. 966-972, Sept./Oct. 1979.
- MACHADO, R.A. F. **Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)**. 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional. In: _____. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. p. 219-251.
- MARQUES, R. **Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**. 1990. 110 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- MILLIKAN, C. R.; HANGER, B. C.; BJARNSON, E. N. Effect of phosphorus and zinc levels in substrate on ⁶⁵Zn distribution in subterranean clover and flax. **Australian Journal Biology Science**, Melbourne, v. 21, n. 4, p. 619-640, 1968.
- OLSEN, S. R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of American, 1972. p.243-264.

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**, Dordrecht, v. 143, n. 2, p. 163-177, June 1992.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SOUZA, A. das G. C. de; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. de; et al. **Fruteiras da Amazônia**.

Brasília: Embrapa-SPI. Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. 204 p.

SOUZA, C. A. S.; CORRÊA, F. L. de O.; CARVALHO, J. G. de. Crescimento de mudas de cacaueteiro: efeito do fósforo e do zinco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1997. p. 417.

WEB, M. J.; LONERAGAN, J. F. Effect of zinc deficiency on growth, phosphorus concentration, and phosphorus toxicity of wheat plants. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v. 52, n. 6, p.1676-1680, Nov./Dec. 1988.