

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ZINCO NO DESENVOLVIMENTO, NO ESTADO NUTRICIONAL E NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO¹

WILLIAM NATALE^{2,4}, RENATO DE MELLO PRADO², RENATA MOREIRA LEAL³, CLAUDENIR FACINCANI FRANCO³

RESUMO – Sabe-se que os solos das regiões tropicais, devido ao intemperismo, apresentam baixas concentrações de micronutrientes, especialmente zinco. Desse modo, objetivou-se avaliar a aplicação de zinco ao substrato de produção de mudas de maracujazeiro, acompanhando seus efeitos no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca das plantas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. As doses de zinco, na forma de sulfato de zinco, foram: 0; 2; 4; 6 e 8 mg de Zn dm⁻³ de solo. As mudas receberam doses de N, P, K e B de 300; 450; 150 e 0,5 mg dm⁻³, respectivamente, sendo o N e o K parcelados em três vezes (15; 30 e 45 dias após a semeadura). O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, em vasos com 2 dm³ de substrato de um Latossolo Vermelho distrófico. Após 70 dias do plantio, avaliaram-se: o diâmetro do caule, a altura, a área foliar e a matéria seca da parte aérea e das raízes, bem como os teores de macro e micronutrientes. As mudas de maracujazeiro responderam positivamente à aplicação de zinco. O maior desenvolvimento das mudas esteve associado à dose de 5 mg de Zn dm⁻³.

Termos para indexação: Zn, maracujazeiro, *Passiflora edulis*, nutrição, micronutriente.

EFFECTS OF THE ZINC APPLICATION ON THE DEVELOPMENT, NUTRITIONAL STATUS AND DRY MATTER PRODUCTION OF PASSION FRUIT CUTTINGS

ABSTRACT - The subsoil normally used for passion fruit cuttings production presents low concentration of Zn. Considering the inexistence of information on the subject, it was looked to evaluate the effect of the zinc application in the substratum of production of the passion fruit cuttings and, to follow the effect in the development, the production of dry matter and the nutrition status of the plants. The experimental design used was randomized blocks with 5 treatments and 4 replications. The doses of zinc were: 0; 2; 4; 6 and 8 mg dm⁻³ of Zn. All the plants received constant doses of N, P, K and B of 300; 100; 150 and 0.5 mg dm⁻³ of Zn respectively. The experiment was lead in vases with 2 dm³ of substratum of a Red Latosol (Oxisol). After 70 days of the plantation, were evaluated: height, foliar area, dry matter, nutritional status of plants and soil nutrients. The passion fruit had answered positively to the zinc application. The biggest development of the plants was associated with the 5 mg dm⁻³ of Zn dose.

Index terms: Zn, passion fruit, *Passiflora edulis*, nutrition, micronutrient.

INTRODUÇÃO

É conhecida a liderança mundial do Brasil na produção de frutas *in natura*. Isto é favorecido pelas condições ambientais propícias que o País apresenta para o cultivo de fruteiras. Mesmo assim, o Brasil não tem utilizado este potencial, visto que ocupa o 12º lugar nas exportações mundiais (Fachinelo et al., 1996). Nota-se, pois, que existem grandes possibilidades no crescimento das exportações de frutas, com ganhos econômicos e sociais para o País.

Na implantação de um pomar, a qualidade das mudas torna-se fundamental para garantir a homogeneidade, a rápida formação e o início precoce da produção. Para obter mudas de boa qualidade, o estado nutricional da planta é de extrema importância. Os viveiristas, entretanto, utilizam subsolo (camada de 0-4m) ácido e de baixa fertilidade para compor o substrato de crescimento das plantas, atendendo às exigências do Ministério da Agricultura para produção de mudas certificadas (Brasil, 1977), as quais devem estar livres de ervas daninhas e patógenos. Por outro lado, é sabido que os solos tropicais, devido ao intemperismo, apresentam baixos teores de micronutrientes, especialmente de zinco. Ressalta-se, porém, que este tipo de substrato (solo) tem como vantagem melhor adaptação das mudas no campo, quando comparado a outros materiais, especialmente em condições de eventual estresse hídrico.

Assim, para a produção de mudas de forma eficiente, o uso agrônomico de zinco pode favorecer a obtenção de plantas com qualidade e com estado nutricional adequado. Como a quantidade de Zn aplicada por muda é muito pequena, tem-se alta relação benefício/custo, com maior sustentabilidade nos sistemas de produção de mudas. Na literatura, existem contradições sobre a resposta do maracujazeiro à aplicação de zinco, indicando efeitos positivos (Oliveira Júnior et al., 1994; Machado, 1998; Lopes, 2000) na produção de matéria seca, e negativos no crescimento em altura (Melo et al., 2000) e na produção de matéria seca das mudas (Peixoto & Carvalho, 1996).

Considerando que o zinco é um elemento essencial, podendo afetar o desenvolvimento e o metabolismo de espécies vegetais quando o ambiente apresenta níveis insuficientes (Marschner, 1995), a aplicação do elemento nessas condições é recomendada.

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da aplicação de zinco ao substrato de produção de mudas de maracujazeiro, acompanhando seus benefícios no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca das plantas.

MATERIALE MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em condições de casa de vegetação, na FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal-SP. Como substrato, utilizou-se o subsolo de um Latossolo Vermelho distrófico (camada 3-4 m). Realizaram-se análises químicas do solo, antes da calagem e após 30 dias de incubação, por ocasião da semeadura (Tabela 1).

A aplicação do corretivo de acidez do solo objetivou elevar o V a 80%, conforme recomendação de Piza Júnior et al. (1996). Para isso, foi utilizado o calcário calcinado tipo D, com as seguintes características: CaO = 420 g kg⁻¹; MgO = 250 g kg⁻¹; PN = 137%; RE = 96%, e PRNT = 131%. A dose de calcário calculada (0,9 t ha⁻¹ ou 0,880 g por vaso de 2 dm³) foi homogênea aplicada ao substrato 30 dias antes da semeadura e da aplicação dos tratamentos, de modo que o corretivo tivesse tempo suficiente para neutralizar a acidez do solo.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram doses crescentes de zinco, na forma de sulfato de zinco (22% de Zn), considerando-se como parâmetro a dose média de 5 mg de Zn dm⁻³, indicada como adequada para experimentos em condições de vasos, segundo a recomendação geral de Malavolta (1981). As doses foram calculadas como se segue: D₀ = zero; D₁ = 2; D₂ = 4; D₃ = 6; D₄ = 8 mg de Zn dm⁻³ de substrato. Essas doses corresponderam a: 0; 18,2; 36,4; 54,5

¹ (Trabalho 018/2004). Recebido: 17/02/2004. Aceito para publicação: 21/07/2004.

² Prof. Dr. Depto. de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. 14870-000, Jaboticabal-SP. E-mail: natal@fcav.unesp.br; rmp Prado@fcav.unesp.br.

³ Pós-Graduandos, Depto. de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp.

⁴ Bolsista do CNPq.

TABELA 1 - Propriedades químicas do substrato (*) de um Latossolo Vermelho distrófico, utilizado na produção de mudas de maracujazeiro. Jaboticabal, 2003.

pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	(H+Al) mmol _c dm ⁻³	SB	T	V %	Zn mg dm ⁻³
Antes da calagem										
4,4	7	2	0,5	4	2	16	6,5	22,5	29	0,2
Após a calagem (semeadura)										
5,7	6	2	0,8	27	10	12	37,8	49,8	76	0,1

(*) O substrato é resultado da mistura da camada de 3-4 m do perfil do solo.

e 72,7 mg de sulfato de zinco por vaso, respectivamente.

Ainda por ocasião do plantio, cada unidade experimental recebeu doses de nívelamento para P (450 mg dm⁻³), conforme indicação de Machado (1998), N (300 mg dm⁻³), K (150 mg dm⁻³) e B (0,5 mg dm⁻³), de acordo com a recomendação geral de Malavolta (1981), na forma de superfosfato triplo (44 % de P₂O₅), sulfato de amônio (20 % de N), cloreto de potássio (60 % de K₂O) e ácido bórico (17 % de B), respectivamente. O N e o K foram parcelados em três aplicações, aos 15; 30 e 45 dias após a semeadura. O P e o B foram adicionados em dose total na semeadura, juntamente com os tratamentos com Zn.

Empregaram-se cinco sementes do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) por vaso. Uma semana após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, deixando-se duas mudas por vaso até o final do experimento.

A irrigação foi mantida continuamente durante o período de condução do experimento, tomando-se como base a umidade correspondente a 70% da capacidade de campo do solo.

Aos 70 dias após a semeadura, foram avaliados os parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas como: diâmetro do caule, altura, área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes. Na mesma ocasião, o estado nutricional das plantas foi avaliado, dividindo-se as mudas em parte aérea e raízes. As determinações dos teores de macronutrientes e do zinco no tecido vegetal seguiram a metodologia de Bataglia et al. (1983). Amostras de solo foram realizadas ao final do ensaio para a determinação analítica do Zn (extrator DTPA), conforme as recomendações de Raij et al. (2001).

Com base nos resultados obtidos, realizaram-se análises de variância para os diversos parâmetros estudados e, quando significativa, a análise de regressão entre os tratamentos e as determinações no solo e na planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito dos tratamentos no solo

A aplicação do calcário ao substrato promoveu a neutralização da acidez do solo, elevando a saturação por bases a 76% e, ainda, como esperado, reduziu a disponibilidade de zinco, ou seja, de 0,2 mg dm⁻³ antes da calagem, para 0,1 mg de Zn dm⁻³ após a calagem (Tabela 1); entretanto, ambos os valores para solos são considerados baixos (<0,7 mg dm⁻³), segundo Raij et al. (1996). O decréscimo na concentração do Zn disponível em função da calagem é explicado pela adsorção específica

deste metal, principalmente aos óxidos e à matéria orgânica do solo (Sims & Patrick, 1978), bem como à precipitação como Zn (OH)₂ (Peralta et al., 1981).

Conforme esperado, houve incremento linear da concentração de zinco no substrato, em função da sua aplicação ao Latossolo Vermelho distrófico (Figura 1). Pelos resultados, observa-se que o aumento foi de 0,1 (na dose zero) para 3,9 mg (na dose 8 mg dm⁻³). Assim, obteve-se uma excelente correlação (R² = 0,98**) entre as doses de zinco aplicado e o Zn determinado no solo, indicando a adequabilidade do DTPA na extração do micronutriente.

Cabe salientar, ainda, que a recuperação do zinco aplicado ao solo foi de 50%, valor este superior ao obtido por Barman et al. (1998), que foi de até 31%, usando o mesmo extrator, e ao de Couto et al. (1992), que obtiveram recuperação de 40% com o extrator Mehlich-1. Esta diferença se deve, possivelmente, ao uso de solos distintos e ao tempo de cultivo, de forma que a duração dos ensaios influi nas taxas de recuperação de Zn.

Efeito dos tratamentos sobre o desenvolvimento e a produção de matéria seca

Houve efeito positivo e significativo das doses de zinco sobre o diâmetro do caule, a altura e a área foliar das mudas de maracujazeiro (Figura 2a, b). Pelo estudo das regressões, verifica-se que as plantas

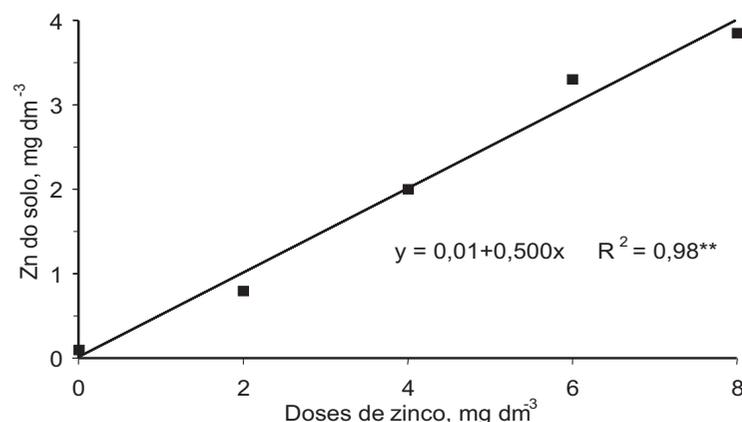


FIGURA 1 - Efeito da aplicação de zinco sobre a concentração de Zn em substrato do Latossolo Vermelho (extrator DTPA). (Cada ponto é a média de quatro repetições).

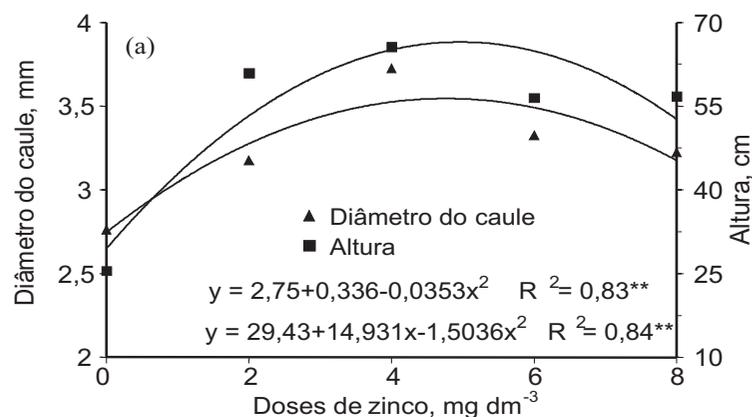
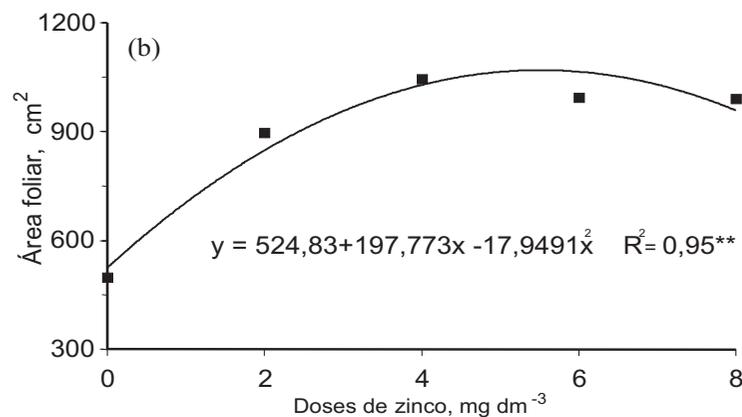


FIGURA 2 - Efeito da aplicação de zinco em substrato do Latossolo Vermelho sobre o diâmetro do caule, a altura (a) e a área foliar (b) das mudas de maracujazeiro, aos 70 dias após a semeadura. (Cada ponto é a média de quatro repetições).



atingiram o máximo desenvolvimento com a dose de 5 mg de Zn dm⁻³. Nas maiores doses de zinco, as plantas apresentaram decréscimo do desenvolvimento, não mostrando, porém, sintomatologia de toxidez que, segundo Malavolta et al. (1997), caracteriza-se por clorose geral com pigmentos pardo-avermelhados.

A matéria seca da parte aérea e das raízes das mudas de maracujazeiro foi afetada de forma quadrática pelas doses de zinco (Figura 3), como conseqüência dos incrementos promovidos nas características de desenvolvimento (diâmetro do caule, altura e área foliar das plantas). Grunes et al. (1961) observaram efeitos positivos do Zn, tanto no crescimento da parte aérea como do sistema radicular, em várias espécies, dada a conhecida função deste metal na síntese de auxina, que estimula o desenvolvimento e o alongamento das partes jovens das plantas (Malavolta et al., 1997).

Da mesma forma como ocorreu com a área foliar, o diâmetro do caule e a altura das mudas, a maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes esteve associada à dose 5 mg dm⁻³ de Zn (correspondendo a 2,5 mg dm⁻³ extraída do substrato), bastante próxima daquela observada na Figura 3a. Queda no desenvolvimento da área foliar (Figura 2b) e das raízes (Figura 3a), nas maiores doses de Zn, foi também relatada por Dechen et al. (1991), indicando que alta disponibilidade de Zn pode acarretar redução do sistema radicular e do tamanho das folhas das plantas.

A resposta positiva do maracujazeiro à aplicação de Zn foi também observada em Latossolo Vermelho-Escuro (Lopes, 2000) e em Latossolo Vermelho-Amarelo (Oliveira Júnior et al., 1994), para os quais os autores indicam a necessidade de adubação com zinco no substrato para a formação de mudas. Entretanto, salientaram que a produção de matéria seca das raízes teve decréscimo quadrático em doses superiores a 5 mg dm⁻³ (Lopes, 2000), assim como na altura das mudas de maracujazeiro (Melo et al., 2000).

Na literatura, a explicação para a redução na produção de matéria seca, em plantas com excesso de Zn, é que, no xilema, se acumulam tampões ("plugs") contendo o elemento, os quais dificultam a ascensão da seiva bruta (Malavolta et al., 1997). A fitotoxicidade potencial de zinco existe porque muito pouco deste nutriente é lixiviado e porque a reversão do zinco aplicado para formas não disponíveis é relativamente lenta no solo (Payne et al., 1988).

Efeitos dos tratamentos no estado nutricional

Através dos resultados obtidos com a aplicação de zinco, observa-se que as características avaliadas foram depreciadas nas maiores doses do nutriente. Assim, buscou-se estabelecer relações entre o Zn aplicado ao solo e a absorção e o acúmulo de Zn e dos nutrientes, com o intuito de obter informações que fundamentem os efeitos da adubação para a produção de mudas de maracujazeiro.

Observou-se que a aplicação de Zn não alterou, na parte aérea, os teores de macronutrientes e de manganês (Tabela 2); nas raízes, houve alteração do P, Mn e Zn (Tabela 3). Na parte aérea, os teores de B, Cu e Fe diminuíram e os de Zn aumentaram em função da aplicação do zinco. Este aumento do teor de Zn na planta, em função da sua aplicação, resultou no acúmulo deste nas mudas de forma quadrática (Figura 3b). Redução na absorção de Cu, em função da aplicação de Zn, foi também relatada por Jahiruddin et al. (2001) em soja e milho, observando decréscimo na disponibilidade de Cu no solo, na região da rizosfera. Outros autores também constataram que, em altas doses de Zn, houve redução na absorção de Fe, aliada à diminuição de clorofila das plantas (Khurana & Chatterjee, 2001) e, também, diminuição na absorção de B (Graham et al., 1987).

Lopes (2000), trabalhando com mudas de maracujazeiro, observou que a aplicação de Zn não influenciou na concentração dos macronutrientes, exceto o S, e apenas os micronutrientes Mn, Zn e Fe foram afetados. O autor explica, ainda, que o Zn teve aumento linear e o Mn e o Fe, comportamento quadrático.

Nota-se que não houve diferença significativa no teor de P da parte aérea do maracujazeiro (Tabela 2), em função da aplicação de Zn; entretanto, nas raízes, ocorreu redução significativa do teor de fósforo: $Y = 1,85 - 0,0537x$ ($R^2 = 0,49^{**}$) (Tabela 3). Assim, correlacionaram-se os teores de P e Zn das raízes, obtendo-se relação significativa entre estes nutrientes: $Zn_{(raízes)} = 0,76 + 0,0996P_{(raízes)} - [0,0022P_{(raízes)}]^2$ ($R^2 = 0,40^*$).

Na literatura, a relação fósforo x zinco é amplamente discutida. Machado (1998) observou relação significativa entre P e Zn na matéria seca de raízes de mudas de maracujazeiro. Neste sentido, existem indicações de que a interação entre esses nutrientes é importante apenas nas raízes (Olsen, 1972), sendo mais efetiva na planta do que no solo. Assim, é pouco provável que através de uma reação química no solo haja precipitação do Zn na forma de fosfato (Wallace, 1974) e diminuição

TABELA 2 - Teores de macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro, em função da aplicação de zinco. Jaboticabal, 2003.

Doses Zn mg dm ⁻³	N	P	K g kg ⁻¹	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe mg kg ⁻¹	Mn	Zn
0	36	1,4	23	11	3,1	2,8	20	3	78	71	9
2	31	1,5	21	8	2,7	2,5	18	3	62	70	14
4	30	1,5	20	9	2,8	2,6	15	2	60	69	18
6	32	1,2	22	9	2,7	2,6	16	1	49	64	26
8	30	1,1	22	9	2,8	2,8	17	1	63	61	35
Teste F	1,5 ^{ns}	2,7 ^{ns}	0,8 ^{ns}	3,2 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,7 ^{ns}	4,9*	6,0**	5,7**	0,7 ^{ns}	110,8**
Reg.Linear	-	-	-	-	-	-	9,3**	19,2**	9,5**	-	430,9**
C.V.(%)	12,2	16,7	10,0	11,6	9,3	8,3	10,3	3,3	13,1	16,7	9,6

^{ns}, **: Diferença não significativa pelo teste F (P>0,05) e significativa (P<0,01), respectivamente. RL: Valor de F da regressão linear.

TABELA 3 - Teores de macro e micronutrientes na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro, em função da aplicação de zinco. Jaboticabal, 2003.

Doses Zn mg dm ⁻³	N	P	K g kg ⁻¹	Ca	Mg	S	Cu	Mn mg kg ⁻¹	Zn
0	23	1,7	9	3	2,2	2,4	13	91	13
2	22	1,8	10	3	2,3	2,7	11	89	22
4	20	1,9	10	3	2,5	2,6	10	86	34
6	18	1,4	8	3	1,9	2,3	10	45	39
8	20	1,4	7	3	1,8	2,6	10	45	43
Teste F	3,0 ^{ns}	5,4*	3,2 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,9 ^{ns}	7,6**	33,6**
Reg.Linear	-	10,7**	-	-	-	-	-	24,2**	129,9**
C.V.(%)	10,7	18,4	22,3	17,0	21,9	11,9	19,8	24,6	14,1

^{ns}, **: Diferença não significativa pelo teste F (P>0,05) e significativa (P<0,01), respectivamente. RL: Valor de F da regressão linear.

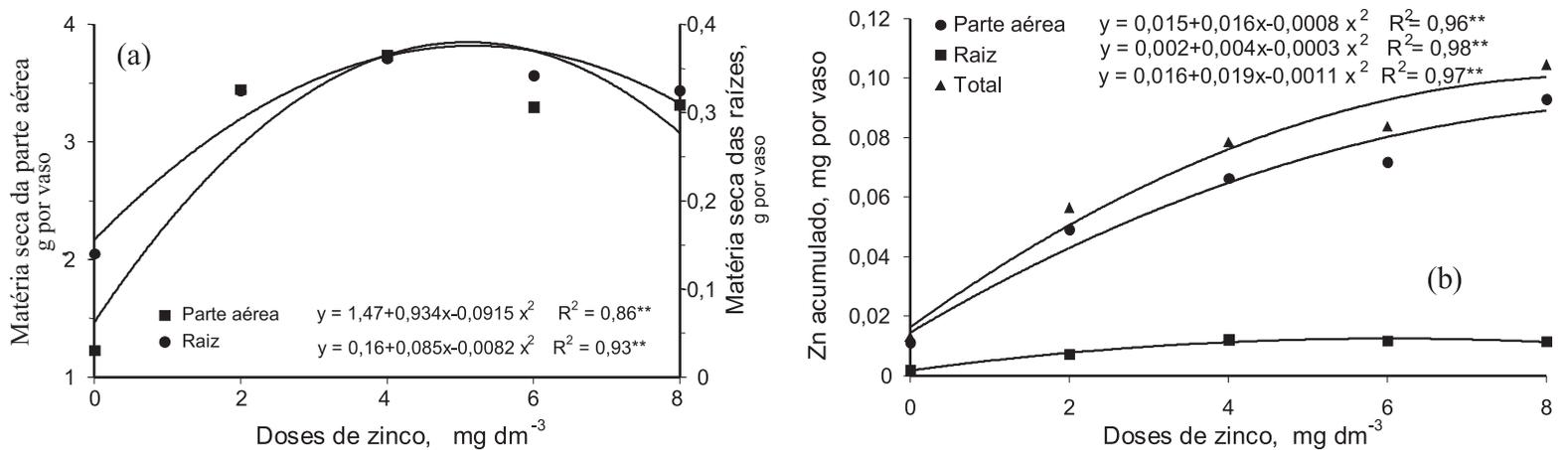


FIGURA 3 - Efeito da aplicação de zinco em substrato de Latossolo Vermelho distrófico sobre a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes (a) e Zn acumulado na parte aérea, nas raízes, e total (b) das mudas de maracujazeiro. (Cada ponto é a média de quatro repetições).

na sua absorção pela planta. Porém, o excesso de Zn pode diminuir a absorção de nutrientes, especialmente o P na parte aérea (Malavolta et al., 1997) e, além do P, do Fe (Adriano, 1986).

Observa-se que a maior parte do Zn acumulado nas mudas de maracujazeiro concentra-se na parte aérea, atingindo 87% do total acumulado na planta. Este valor é superior ao encontrado em goiabeira, com 69% do total do Zn acumulado na parte aérea (Natale et al., 2002). Cabe salientar, ainda, que a curva de acúmulo do Zn na parte aérea descreveu, comportamento semelhante ao acúmulo do nutriente na planta inteira, indicando taxa de translocação $[(Zn\text{-parte\ aérea}/Zn\text{-total}) \times 100]$ também semelhante, que variou entre 86-89%. Este resultado está em desacordo com os obtidos por Souza et al. (1999) e Natale et al. (2002), que observaram que altas doses de Zn promovem redução na translocação do zinco para a parte aérea do cafeeiro e goiabeira, respectivamente, acumulando-se nas raízes. Na literatura, este fenômeno de redução da translocação do Zn pode ser explicado pelo mecanismo das plantas de aumentarem a tolerância à toxidez a esse nutriente, pois, nestas condições, tem-se maior acúmulo do mesmo nos vacúolos das células do córtex da raiz (Vansteveninck et al., 1987). No caso do maracujazeiro, este fenômeno não ocorreu, possivelmente devido a fatores genéticos intrínsecos à planta, ou porque as doses de Zn utilizadas no presente experimento não foram suficientes para desencadear a redução da translocação do elemento na planta. Como a maior dose de Zn atingiu teores de 35 e 43 mg kg⁻¹ na parte aérea e nas raízes, respectivamente (Tabelas 2 e 3), isso pode indicar níveis moderados, uma vez que os teores de zinco considerados adequados em folhas de maracujazeiro adulto situam-se entre 25-40 mg kg⁻¹ (Malavolta, 1989). Entretanto, deve-se considerar que existem variações nos níveis críticos de Zn, em função do órgão amostrado (Rashid et al., 1994), além da idade da planta.

CONCLUSÕES

1) As mudas de maracujazeiro responderam à aplicação de zinco em substrato com baixo teor deste nutriente.

2) O maior desenvolvimento e a maior produção de matéria seca das plantas estiveram associados à dose próxima de 5 mg dm⁻³ de Zn, o que corresponde acerca de 2,5 mg dm⁻³ de Zn no solo (extrator DTPA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, D.C. *Trace elements in the terrestrial environment*. New York, Springer-Verlag, 1986. 533p.

BARMAN, K.K.; GANESHAMURTHY, A.N.; TAKKAR, P.N. Zinc requirement of soybean (*Glycine max*) – wheat (*Triticum aestivum*) cropping sequence in some swell-shrink soils. *Indian Journal of Agricultural Science*, v.68, n.12, p.759-761, 1998.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 40 de 20 de maio de 1977. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1977.

COUTO, C.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Níveis críticos de zinco no solo e na planta para o crescimento de milho em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, n.1, p.79-87, 1992.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.de C. Diagnose visual. In: *SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA*, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: POTAFOS-CNPq, 1991. p.271-288.

FACHINELO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. *Fruticultura: fundamentos e práticas*. Pelotas: Editora Universidade Federal de Pelotas, 1996. 311p.

GRAHAM, R.D.; WELCH, R.M.; GRUNES, D.L.; CARY, E.E.; NORVELL, W.A. Effect of zinc deficiency on the accumulation of boron and other mineral nutrients in barley. *Soil Science Society America of Journal*, Madison, v.51, p.652-657, 1987.

GRUNES, D.L.; BOAWN, L.C.; CARLSON, C.W.; VIETS JR., F.G. Zinc deficiency of corn and potatoes, as related to soil and plant analysis. *Agronomy Journal*, Madison, v.53, p.68-71, 1961.

JAHIRUDDIN, M.; HARADA, H.; HATANAKA, T.; SUNAGA, Y. Adding boron and zinc to soil for improvement of fodder value of soybean and corn. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, Monticello, v.32, p.2943-2951, 2001.

KHURANA, N.; CHATTERJEE, C. Influence of variable zinc on yield, oil content, and physiology of sunflower. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, Monticello, v.32, p.3023-3030, 2001.

LOPES, P.S.N. *Micronutrientes em plantas juvenis de maracujazeiro-doce (Passiflora alata Dryand)*. Lavras, 2000. 111p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

MACHADO, R.A.F. *Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)*. Lavras, 93p. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594p.

MALAVOLTA, E. *ABC da adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p.

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

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 902p.

MELO, B.; LOPES, P.N.; SANTOS, C.M.; PEIXOTO, J.R.; LANA, R.M.Q.

- Efeito do fósforo e do zinco no crescimento da muda do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Jaboticabal: SBF, 2000. CD-ROM.
- NATALE, W.; PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; SILVA, M.A.C.; PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.770-773, 2002.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; FONSECA, E.B.A.; MAGALHÃES, R.T.; LEANDRO, W.M. Efeito da omissão de B, Cu, Mo e Zn no substrato para formação de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina, **Anais...** Viçosa: SBCS, 1994. p.426-427.
- OLSEN, S.R. Micronutrient interaction. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Ed.) **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.243-264.
- PAYNE, G.G.; MARTENS, D.C.; WINARKO, C.; PEREIRA, N.F. Form and availability of copper and zinc following long-term copper sulfate and zinc sulfate applications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.17, p.707-711, 1988.
- PEIXOTO, J.R.; CARVALHO, M.L.M. Efeito da uréia, do sulfato de zinco e do ácido bórico na formação de mudas do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.325-330, 1996.
- PERALTA, F.; BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. Zinc adsorption by Andepts from the Central Plateau of Costa Rica. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, p.669-682, 1981.
- PIZAJÚNIOR, C.T.; QUAGGIO, J.A.; SILVA, J.R.; KAVATI, R.; MELETTI, L.M.M.; SÃO JOSÉ, A.R. Adubação do maracujá. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.148-149. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. p.39. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.) **Análise química para a avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- RASHID, A.; BUGHIO, N.; RAFIQUE, E. Diagnosing zinc deficiency in rapeseed and mustard by seed analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, p.3405-3412, 1994.
- SIMS, J.L.; PATRICK, W.H. The distribution of micronutrient cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.42, p.258-262, 1978.
- SOUZA, C.A.S.; GUIMARÃES, P.T.G.; FURTINI NETO, A.E.; NOGUEIRA, F.D. Resposta de três cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) ao zinco aplicado via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, **Resumos...** Brasília: Universidade de Brasília/EMBRAPA Cerrados/SBCS, 1999. CD-Rom.
- VANSTEVENINCK, R.F.M.; VANSTEVENINCK, M.E.; FERNANDO, D.R.; GODBOLD, D.L.; HORST, W.J.; MARSCHNER, H. Identification of zinc-containing globules in roots of a zinc-tolerant ecotype of *Deschampsia caespitosa*. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.10, p.1239-1246, 1987.
- WALLACE, A. Movement of micronutrient to plant roots, their uptake and translocation. In: **Isotope-aided micronutrient studies in rice production with special reference to zinc deficiency**. Vien: FAO/IAEA, 1974. p.115-139.