

Nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira em resposta ao uso de soluções nutritivas

Claudenir Facincani Franco¹ e Renato de Mello Prado^{2*}

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: rmp Prado@fcav.unesp.br

RESUMO. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre a nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira. Foram avaliadas duas cultivares, Paluma e Século XXI, e quatro soluções nutritivas, em esquema fatorial (2x4) com três repetições. Aos 90 dias de cultivo hidropônico, avaliou-se a massa seca e a nutrição de micronutrientes em mudas. As mudas de goiabeira da cultivar Paluma apresentaram maior desenvolvimento e exigência nutricional em boro, ferro e manganês, comparado a cultivar século XXI. As soluções nutritivas estudadas não afetaram o acúmulo e também as eficiências de absorção e utilização de micronutrientes das mudas de goiabeira, exceto o cobre e zinco, independentemente da cultivar.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, nutrição, micronutrientes, mudas.

ABSTRACT. Micronutrient nutrition in guava cuttings in response to the use of nutrient solutions. The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient solutions on the development and concentration of micronutrients in guava cuttings. Two cultivars - Paluma and Século XXI - and four nutritional solutions were evaluated, using a factorial scheme (2x4) with three repetitions. At 90 days of hydroponic culture, dry mass and micronutrient nutrition in the cuttings were evaluated. The Paluma guava cuttings displayed greater development and nutritional requirements for boron, iron and manganese, as compared to cultivar Século XXI. The studied nutrient solutions did not affect accumulation, absorption or use efficiency of micronutrients in guava cuttings, except for copper and zinc, regardless of cultivar.

Key words: *Psidium guajava*, nutrition, micronutrients, cuttings.

Introdução

Na implantação de um pomar, a qualidade das mudas torna-se fundamental para garantir a homogeneidade, a rápida formação e o início precoce de produção. Para se obter mudas de boa qualidade, o estado nutricional da planta é de extrema importância, visto que os viveiristas utilizam o subsolo (camada de 0-4 m) ácido e de baixa fertilidade para compor o substrato que deve estar livres de ervas daninhas e patógenos (Prado *et al.*, 2003). Por outro lado, é conhecido que os solos tropicais, devido ao intemperismo, apresentam baixo teor de micronutrientes.

A capacidade de adaptação das plantas a diferentes ambientes tem sido atribuída à habilidade de crescimento evolucionário. Os mecanismos pelos quais as espécies se adaptam à diversidade ambiental são variáveis, desde a plasticidade ou flexibilidade de genótipos individuais até a heterogeneidade genética da população (Goddard e Hollis, 1984).

A eficiência de utilização de nutrientes reflete a habilidade de uma cultivar de produzir bem, em baixo teor de nutrientes no solo. O aumento da produtividade com a adubação depende das características químicas e físicas do solo, da disponibilidade de água, do controle de doenças, pragas e invasoras e do uso de cultivares (Fageria, 1998). Nesse aspecto, a identificação de cultivares responsivas e eficientes quanto à aplicação de fertilizantes se reveste de fundamental importância para obtenção de melhor produtividade, com consequente aumento da renda líquida. Cultivares não-eficientes, em teores adequados de nutrientes no solo, devem produzir, aproximadamente, o mesmo que os eficientes.

Considerando que o custo de fertilizantes contribui com, aproximadamente, 30% do custo total da produção (Fageria, 1998), a otimização da eficiência nutricional é fundamental para melhorar a produtividade e reduzir o custo de produção.

Em cultivos hidropônicos, a absorção de nutrientes é muito influenciada pela espécie vegetal, cultivares e ambiente, sendo proporcional à concentração de nutrientes na solução próxima às raízes (Adams, 1994; Furlani *et al.*, 1999). O conhecimento das exigências nutricionais de diferentes cultivares de goiabeiras, produzidas em hidroponia, é de fundamental importância para se formular uma solução balanceada. Assim, a solução nutritiva poderá afetar as eficiências nutricionais, relacionadas aos processos de absorção, transporte e utilização do nutriente e, conseqüentemente, ao crescimento das plantas.

O objetivo do trabalho foi estudar o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre a nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Campus de Jaboticabal, no período de fevereiro a agosto de 2004.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições. Utilizaram-se duas cultivares, Paluma e Século XXI, e quatro soluções nutritivas cujas concentrações de nutrientes estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos nutrientes presentes nas soluções nutritivas utilizadas no experimento.

Nutrientes	Soluções			
	1	2	3	4
-----mg L ⁻¹ de solução nutritiva-----				
N	210,1	210,1	222,5	202,0
P	31,0	31,0	61,9	31,5
K	234,6	234,6	426,2	193,4
Ca	200,4	200,4	139,9	142,5
Mg	48,6	48,6	24,3	39,4
S	64,1	64,1	32,4	52,3
-----µg L ⁻¹ de solução nutritiva-----				
B	500	500	325	262
Cu	20	39	48	38
Cl	648	722	-	-
Fe	5022	5000	5000	1800
Mn	502	502	419	369
Mo	11	12	52	65
Zn	50	98	261	114

Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999). As soluções nutritivas utilizadas para reposição apresentaram pH = 4,7 e Condutividade elétrica de 1,9 dS m⁻¹.

A unidade experimental foi composta por um vaso de polipropileno, com 48 cm de comprimento x 16 cm de largura x 17 cm de altura (8 L), com quatro plantas. As mudas utilizadas foram obtidas a partir de propagação vegetativa de estacas herbáceas, enraizadas em câmaras de nebulização (Pereira e Nachtigal, 1997). As estacas, compostas de um segmento de haste com um par de folhas

correspondendo a um internódio, foram inicialmente colocadas em caixas de madeira, contendo vermiculita (6-2-2004), sendo mantidas a céu aberto, recebendo nebulização intermitente de água, a cada 15 segundos, por um período de 90 dias (6-5-2004), até o enraizamento. Com a finalidade de se obter um material mais uniforme, selecionaram-se plantas com a parte aérea e o sistema radicular com padrões de crescimento semelhantes. Após o enraizamento inicial, as estacas tiveram a metade de cada uma das folhas cortadas, bem como redução do sistema radicular (apartamento). Em seguida, as mudas foram lavadas em água corrente e imersas em água deionizada para completar a limpeza. Ressalta-se que as técnicas utilizadas até completar o enraizamento das estacas foram as mesmas, comumente utilizadas em viveiros de produção comercial (Pereira e Nachtigal, 1997).

As mudas foram transplantadas e mantidas em solução nutritiva completa, diluída a 1/4 da concentração usual, durante os primeiros 15 dias. Após esse período, os tratamentos foram submetidos às respectivas soluções nutritivas completas (até 90 dias após o transplante). A solução nutritiva foi mantida em aeração constante e renovada quinzenalmente, e a água utilizada foi deionizada.

O valor do pH da solução nutritiva foi monitorado diariamente e ajustado a 5,5±0,5, utilizando-se solução NaOH ou HCl 0,1 M L⁻¹. A condutividade elétrica da solução nutritiva manteve-se a 1,85±0,05 dS m⁻¹.

Aos 90 dias de aplicação dos tratamentos (03-08-2004), as mudas foram colhidas e divididas em raízes, caule e folhas. Todo o material vegetal foi lavado em água deionizada e seco em estufa, com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 a 70°C, até peso constante. Em seguida, foi obtida a massa seca das folhas, caule e das raízes e da planta inteira. Estes materiais foram moídos e armazenados para as determinações químicas dos teores de micronutrientes, no tecido vegetal, que seguiram a metodologia descrita por Bataglia *et al.* (1983).

A partir da massa seca do conteúdo dos nutrientes na planta, foram calculados os índices: (a) eficiência de uso de nutriente = (massa seca total produzida)²/(conteúdo total do nutriente na planta) (Siddiqi e Glass, 1981); (b) eficiência de absorção = (conteúdo total do nutriente na planta)/(massa seca de raízes) (Swiader *et al.*, 1994); (c) eficiência de translocação = ((conteúdo do nutriente na parte aérea)/(conteúdo total do nutriente na planta)) 100 (Li *et al.*, 1991).

Para avaliação dos resultados, foi utilizada a análise de variância, mediante a aplicação de teste F,

e a comparação de médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A produção de massa seca das mudas foi afetada, significativamente apenas para o fator cultivar (Figura 1). Observa-se que a cultivar Paluma apresentou maior produção de massa seca, independentemente da solução nutritiva utilizada no cultivo.

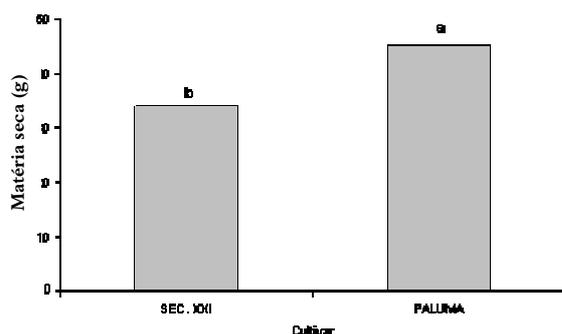


Figura 1. Massa seca das mudas de goiabeira em função do tratamento, após 90 dias de cultivo hidropônico, em Jaboticabal, estado de São Paulo. As médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade.

Nas folhas, houve efeito significativo apenas para os teores de Cu e Zn, entre as cultivares de goiabeiras. A cultivar Século XXI apresentou maiores teores que a Paluma de Cu e Zn (Tabela 2). Ainda nesse órgão, observou-se que a solução nutritiva proporcionou efeito significativo para os teores de Fe e Zn (Tabela 2). Para o teor de Fe foliar, a solução 2 foi superior às demais, devido a maior concentração de Fe em relação à solução 4, embora a concentração desse micronutriente seja semelhante as soluções 1 e 3 (Tabela 1). Para o teor foliar de Zn, a solução 4 foi semelhante à solução 3 e superior às demais devido também ao maior teor desse nutriente nestas soluções nutritivas (Tabela 1). Nas folhas, a interação entre o fator solução nutritiva e cultivar não foi significativa para os teores de micronutrientes (Tabela 2).

Os teores médios para as cultivares, encontrados nas folhas neste experimento, foram de 30; 2; 103; 112 e 23 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, enquanto Natale *et al.*, (1996) consideram teores adequados de 20 - 25; 20 - 40; 60 - 90; 40 - 80 e 25 - 35 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, na folha diagnóstica. Salvador *et al.* (1999), em estudo com mudas de goiabeira, em solução hidropônica, encontraram teores de 43; 6; 117; 23 e 14 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn,

respectivamente, na folha diagnóstica no tratamento completo.

Tabela 2. Teor de micronutrientes das folhas das mudas de goiabeira em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	----- mg kg ⁻¹ -----				
Paluma	31 ¹	2 ^b	106	116	21 ^b
Século XXI	29	3 ^a	102	109	24 ^a
Teste F ² (C)	2,6ns	7,0*	1,1ns	0,6ns	4,8**
Solução (S)	----- mg kg ⁻¹ -----				
1	30	1	100 ^b	104	19 ^b
2	31	1	133 ^a	115	20 ^b
3	29	3	94 ^b	117	27 ^a
4	30	3	87 ^b	114	24 ^a
Teste F (S)	0,8ns	0,7ns	24,9**	1,2ns	7,6**
Interação C x S	1,3ns	0,8ns	0,5ns	0,6ns	0,9ns
C.V.(%)	8,8	6,0	16,2	11,7	9,0

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² **: * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

No caule, os teores de B, Cu e Zn foram significativos para o fator cultivar, sendo que a cultivar Século XXI apresentou maiores teores que a Paluma (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de micronutrientes no caule das mudas de goiabeira em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar	----- mg kg ⁻¹ -----				
Paluma	15 ^b	4 ^b	77	94	20 ^b
Século XXI	19 ^a	5 ^a	69	87	25 ^a
Teste F (C)	12,9**	3,8*	1,3ns	0,6ns	12,1**
Solução	----- mg kg ⁻¹ -----				
1	17	4 ^{ab}	78	84	19 ^b
2	17	3 ^b	81	95	18 ^b
3	16	5 ^{ab}	68	86	28 ^a
4	17	6 ^a	66	96	26 ^a
Teste F (S)	0,4ns	3,1*	1,6ns	0,5ns	11,1**
Interação C x S	3,9*	0,6ns	1,1ns	0,4ns	3,4*
C.V.(%)	10,0	25,4	15,2	13,0	10,5

Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

No caule, os teores de Cu e Zn foram significativos para o fator solução nutritiva (Tabela 3). Para o teor de Cu, no caule, a solução 4 foi semelhante à solução 1 e 3 e superior à solução 2, embora tivesse concentração aproximada de Cu em sua composição (Tabela 1). A solução 3 foi semelhante à solução 4 e superior às demais para o teor de Zn no caule pela maior concentração de Zn nessas soluções (Tabela 1).

No caule, a interação entre o fator solução nutritiva e cultivar foi significativo para os teores de B e Zn. O desdobramento das variáveis demonstrou que a cultivar Século XXI apresentou o teor de B maior que a Paluma para as soluções 3 e 4, enquanto que, na solução 1, a cultivar Paluma teve maior teor

de B (Tabela 4). O desdobramento das variáveis demonstrou que a cultivar Século XXI apresentou os teores de Zn maiores que a Paluma, para as soluções 1, 3 e 4 (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento da interação cultivar e solução, para o teor de boro e zinco, no caule das mudas de goiabeira, após 90 dias de cultivo hidropônico.

Solução	Cultivares			
	Paluma		Século XXI	
	B	Zn	B	Zn
	mg kg ⁻¹			
1	20a	16b	14b	22a
2	17a	18a	17a	18a
3	14b	24b	17a	32a
4	14b	23b	20a	28a

Médias entre cultivares de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; Médias entre solução de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para as raízes, foi encontrada diferença significativa para o fator cultivar, nos teores de Fe e Zn. A cultivar Paluma apresentou maior teor que a Século XXI de Fe, enquanto a cultivar Século XXI apresentou maior teor para Zn (Tabela 4). Natale *et al.* (2002), estudando a aplicação de Zn em mudas de goiabeira cv. Paluma, encontraram teor de 40 mg de Zn kg⁻¹, correspondendo à maior produção de massa seca, enquanto, no presente estudo, o teor médio foi de 46 mg de Zn kg⁻¹, para essa variedade.

Nas raízes, o teor de Cu e Zn foi significativo para o fator solução nutritiva. A solução 4 foi semelhante às soluções 1 e 3 e superior à solução 2 (Tabela 5), embora a solução 2 tivesse concentração de Cu semelhante à solução 4 e diferente das demais (Tabela 1). A solução 3 foi superior às demais no teor de Zn, explicada pela maior concentração de Zn (Tabela 1). Nas raízes, a interação entre o fator solução nutritiva e cultivar não foi significativo para o teor de micronutrientes (Tabela 5).

É pertinente salientar que, de forma geral, os teores de micronutrientes foliar das mudas propagadas vegetativamente, obtidos neste trabalho, foram superiores aos resultados da literatura em mudas de goiabeira obtidas por sementes (Salvador *et al.*, 1999), exceto o Cu. Estas diferenças devem-se às variedades de goiabeira serem distintas e ao fato da amostragem do tecido vegetal, que, no trabalho, coletaram-se todas as folhas da parte aérea, enquanto que, no trabalho de Salvador *et al.* (1999), amostrou-se o terceiro par de folhas de mudas de variedade comum.

Avaliando os teores de nutrientes, nos diversos órgãos das mudas de goiabeira, observou-se o maior teor de macronutrientes nas folhas e dos micronutrientes, nas raízes das mudas de goiabeira. Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador *et al.* (1999), em mudas de goiabeira.

Tabela 5. Teor de micronutrientes nas raízes das mudas de goiabeira, em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	mg kg ⁻¹				
Paluma	39	7	1306a	283	46b
Século XXI	35	7	762b	377	62a
Teste F	1,1ns	1,0ns	19,2ns	1,0ns	15,5**
Solução (S)					
1	39	7 ^{ab}	1015	273	37 ^b
2	39	6 ^b	1114	412	29 ^b
3	40	8 ^{ab}	1197	335	95 ^a
4	31	9 ^a	811	299	54 ^b
Teste F	1,3ns	3,7*	1,9ns	0,7ns	7,2**
Interação C x S	1,2ns	1,9ns	1,5ns	0,5ns	3,1*
C.V.(%)	15,0	20,6	30,4	33,3	31,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **, * e ns; teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

Outro fato importante é que o Zn teve maior teor na planta em função de maior concentração na solução nutritiva em estudo, enquanto os demais não tiveram essa relação.

As mudas de goiabeira apresentaram alta adaptação ao cultivo, nas soluções nutritivas propostas, com desenvolvimento semelhante, independentemente da solução nutritiva utilizada.

As soluções nutritivas promovem maior alteração no teor de nutrientes nas folhas comparando ao caule e raízes, entretanto não é suficiente para alterar o desenvolvimento e a produção de massa seca das mudas de goiabeira.

Nas mudas de goiabeira, a quantidade de B, Fe e Mn foi significativa para o fator cultivar. A cultivar Paluma apresentou maior quantidade acumulada que a Século XXI para estes nutrientes (Tabela 6).

Para o fator solução nutritiva, a quantidade acumulada de Cu e Zn foi significativa (Tabela 6). As soluções 3 e 4 apresentaram maior acúmulo de Cu nas mudas de goiabeira que as demais (Tabela 6), embora as soluções 2 e 4 tivessem concentrações de Cu semelhantes (Tabela 1).

A solução 3 apresentou maior acúmulo de Zn nas mudas de goiabeira que as demais (Tabela 6), por causa da maior concentração deste elemento nesta solução nutritiva em relação às demais (Tabela 1).

Nas mudas de goiabeira, a eficiência de absorção de Cu, Fe e Zn foi significativa para o fator cultivar. A cultivar Paluma apresentou maior eficiência de absorção que a Século XXI para o Fe, enquanto que, para o Cu e Zn, este comportamento foi oposto (Tabela 7).

Para o fator solução nutritiva, a eficiência de absorção de Cu e Zn foi significativa (Tabela 7). As soluções 3 e 4 apresentaram maior eficiência de absorção de Cu nas mudas de goiabeira que as demais (Tabela 7), embora as soluções 2 e 4 tivessem concentrações de Cu semelhantes (Tabela 1).

Tabela 6. Quantidade de micronutrientes acumulados na massa seca das mudas de goiabeira, em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	-----µg-----				
Paluma	1285a	148	15589a	6452a	1177
Século XXI	961b	143	8032b	5522b	1113
Teste F	61,0**	0,1ns	30,1**	7,0*	1,3ns
Solução (S)					
1	1169	113 ^b	12053	5358	900 ^e
2	1070	101 ^b	12101	6294	783 ^e
3	1171	192 ^a	14019	6454	1701 ^a
4	1082	174 ^a	9068	5844	1194 ^b
Teste F (S)	1,7ns	9,4**	2,2ns	2,0ns	52,4**
Interação C x F	0,7ns	0,7ns	2,1ns	0,9ns	2,3ns
C.V.(%)	9,0	24,7	28,6	14,3	12,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **; * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

Tabela 7. Eficiência de absorção de micronutrientes nas mudas de goiabeira, em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	-----µg.g ⁻¹ -----				
Paluma	140	16b	1673a	706	127b
Século XXI	131	20a	1097b	750	150a
Teste F	2,40ns	4,90*	16,30**	0,70ns	4,60*
Solução					
1	142	14 ^b	1375	652	111 ^{bc}
2	137	13 ^b	1543	808	101 ^c
3	130	22 ^a	1511	729	195 ^a
4	133	22 ^a	1113	724	149 ^b
Teste F	0,70ns	8,20*	1,90ns	1,50ns	16,20**
Interação C x S	0,40ns	0,30ns	2,10ns	0,70ns	1,90ns
C.V.(%)	10,7	22,5	25,3	17,8	18,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **; * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

A solução 3 apresentou maior eficiência de absorção de Zn nas mudas de goiabeira que as demais (Tabela 7), devido à maior concentração deste elemento nesta solução nutritiva, em relação às demais (Tabela 1). E ainda, não houve interação entre as soluções nutritivas e as cultivares estudadas para a eficiência de absorção nas mudas de goiabeira.

Nas mudas de goiabeira, a eficiência de uso de B, Cu, Fe, Mn e Zn foi significativa para o fator cultivar. A cultivar Paluma apresentou maior eficiência de uso que a Século XXI, para os micronutrientes em estudo, exceto para o Fe, que apresentou comportamento oposto (Tabela 8).

Para o fator solução nutritiva, a eficiência de uso de Cu e Zn foi significativa (Tabela 8). A solução 2 apresentou maior eficiência de uso de Cu, nas mudas de goiabeira, que a solução 3, e foi semelhante às demais (Tabela 8), embora a solução 2 apresentasse a menor concentração de Cu em relação às outras (Tabela 1).

Tabela 8. Eficiência de uso de micronutrientes nas mudas de goiabeira, em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	-----g ² .µg ⁻¹ -----				
Paluma	1,59a	14,82a	0,13b	0,32a	1,84a
Século XXI	1,21b	9,05b	0,17 ^a	0,22b	1,14b
Teste F	22,50**	22,20**	7,50*	23,40**	60,60**
Solução (S)					
1	1,40	14,04 ^{ab}	0,15	0,31	1,84 ^a
2	1,25	14,65 ^a	0,12	0,21	1,72 ^a
3	1,50	9,36 ^b	0,14	0,27	1,06 ^b
4	1,46	9,70 ^{ab}	0,18	0,28	1,34 ^b
Teste F	1,80ns	5,20*	2,70ns	3,00ns	15,90**
Interação C x S	0,30ns	0,40ns	1,30ns	0,20ns	0,90ns
C.V.(%)	14,0	25,2	25,4	20,3	14,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **; * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani *et al.* (1999).

Para o Zn as soluções 1 e 2 foram superiores às demais na eficiência de uso (Tabela 8), devido à menor concentração de Zn nestas soluções nutritivas, em relação às demais (Tabela 1). Assim, nota-se que essas soluções proporcionam melhor taxa de conversão do presente micronutriente absorvido por unidade de massa seca produzida. Não houve interação entre as soluções nutritivas e as cultivares estudadas para a eficiência de uso desse micronutriente, nas mudas de goiabeira.

Nas mudas de goiabeira, a eficiência de translocação de Fe, Mn e Zn foi significativa para o fator cultivar. A cultivar Paluma apresentou maior eficiência de translocação que a Século XXI para Mn e Zn, enquanto que, para o Fe, este comportamento foi oposto (Tabela 9).

Para o fator solução nutritiva, a eficiência de translocação de B e Zn foi significativa (Tabela 9). A solução 4 foi superior à solução 3 e semelhante às demais na eficiência de translocação de boro (Tabela 8), em virtude da solução 4 ter menor concentração de B, em relação às demais (Tabela 1).

A solução 3 apresentou menor eficiência de translocação de Zn, nas mudas de goiabeira, que as outras (Tabela 9), devido à maior concentração deste elemento nesta solução nutritiva, em relação às demais (Tabela 1). Não houve interação entre as soluções nutritivas e as cultivares estudadas para a eficiência de translocação, nas mudas de goiabeira (Tabela 9).

Observou-se que as mudas de goiabeira da cultivar Paluma apresentaram maior destaque na eficiência nutricional de uso, ou seja, na conversão dos micronutrientes absorvidos em massa seca, quando comparado a Século XXI. Isso, possivelmente, explica maior produção de massa seca obtida pela cultivar Paluma, discutido anteriormente. Para as soluções nutritivas, ocorreu variação na eficiência nutricional de cada

micronutriente, sendo a solução 2 de melhor eficiência de uso, a solução 3 de melhor eficiência de absorção e a solução 4 a melhor eficiência de uso. Assim, informações sobre as eficiências nutricionais das plantas, cultivadas em diferentes soluções nutritivas, permitem avaliar os efeitos delas nos processos fisiológicos, desde a absorção, transporte até na sua conversão em massa seca. Embora tenha havido diferenças significativas nas eficiências nutricionais, conforme dito anteriormente, não foram suficientes para alterar a produção de massa seca das mudas de goiabeira, o que indica que essas plantas apresentam alta capacidade de adaptação no meio de cultivo.

Tabela 9. Eficiência de translocação de micronutrientes, nas mudas de goiabeira, em função dos tratamentos (cultivar e solução nutritiva), após 90 dias de cultivo hidropônico.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	----- % -----				
Paluma	72	56	22b	61a	66a
Século XXI	73	59	33a	50b	61b
Teste F	0,40ns	0,80ns	29,10**	8,30*	5,20*
Solução (S)					
1	73 ^{ab}	54	28	59	67 ^a
2	72 ^{ab}	53	30	51	72 ^a
3	69 ^b	63	23	55	52 ^b
4	76 ^a	60	28	59	64 ^a
Teste F	5,10*	1,30ns	2,40ns	1,10ns	15,10**
Interação C x S	0,60ns	0,40ns	0,40ns	0,20ns	1,00ns
C.V.(%)	4,3	18,3	17,1	16,3	8,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: * e ns: teste F significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente. Solução 1 - Hoagland e Arnon (1950); Solução 2 - Sarruge (1975); Solução 3 - Castellane e Araújo (1995) e Solução 4 - Furlani et al. (1999).

Conclusão

As mudas de goiabeira da cultivar Paluma apresentou maior desenvolvimento e exigência nutricional em boro, ferro e manganês, comparado à cultivar Século XXI.

As soluções nutritivas estudadas não afetaram o acúmulo, e também, as eficiências de absorção e utilização de micronutrientes das mudas de goiabeira, exceto o cobre e zinco, independentemente da cultivar.

Agradecimentos

Ao Sr. José Mauro da Silva e João Mateus da Silva, do viveiro de mudas do Sítio São João - Taquaritinga, estado de São Paulo.

À Fapesp, pelo auxílio financeiro concedido (Processo nº 2003/11649-6).

Referências

- ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Horticult.*, The Hague, n. 361, p. 254-257, 1994.
- BATAGLIA, O.C. et al. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. (Boletim técnico, 78).
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. *Cultivo sem solo: hidroponia*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 1995.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.*, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.
- FURLANI, P.R. et al. *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: IAC, 1999. (Boletim técnico, 180).
- GODDARD, R.E.; HOLLIS, C.A. The genetic basis of forest tree nutrition. In: NAMBIAR, E.K.S. (Ed.). *Nutrition of plantation forests*. London: Academic Press, 1984. p. 237-258.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soil*. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950.
- LI, B. et al. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. *For. Sci.*, Maryland, v. 37, p. 613-626, 1991.
- NATALE, W. et al. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. *Rev. Bras. Fruticult.*, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 770-773, 2002.
- NATALE, W. et al. *Goiabeira: calagem e adubação*. Jaboticabal: Funep, 1996.
- PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Propagação da goiabeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Funep, 1997. p. 17-32.
- PRADO, R.M. et al. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. *Rev. Bras. Fruticult.*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 160-163, 2003.
- SALVADOR, J.O. et al. Efeito da omissão combinada de N, P, K S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Sci. Agricol.*, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 501-507, 1999.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathol.*, Botucatu, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *J. Plant Nutrit.*, New York, v. 4, p. 289-302, 1981.
- SWIADER, J.M. et al. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. *J. Plant Nutrit.*, New York, v. 17, p. 1687-1699, 1994.

Received on September 19, 2006.

Accepted on January 10, 2008.