

# CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NO PORTA-ENXERTO CITRUMELO 'SWINGLE', CULTIVADO EM SUBSTRATO

## GROWTH AND NUTRIENT BALANCE ON CITRUMELO 'SWINGLE' ROOTSTOCK PRODUCED IN SUBSTRATE

Marco Antonio TECCHIO<sup>1</sup>; Sarita LEONEL<sup>2</sup>; Claudinei Paulo de LIMA<sup>3</sup>; Roberto Lyra VILLAS BOAS<sup>4</sup>; Ernesto Luíz Pires de ALMEIDA<sup>3</sup>; Juliano Corulli CORRÊA<sup>3</sup>

**RESUMO:** A produção de mudas com sanidade comprovada e com certificação de origem para a comercialização são exigências do agronegócio citrícola, no Estado de São Paulo. O trabalho teve como objetivo determinar o crescimento e o acúmulo de nutrientes no porta-enxerto de citrumelo 'Swingle'. O experimento foi realizado em viveiro comercial de citros, durante 220 dias, compreendendo desde a semeadura até o ponto de enxertia. Foram coletadas 12 plantas a cada 20 dias, no período compreendido entre o transplante dos porta-enxertos para sacos plásticos e o momento propício para a enxertia, para determinação dos dados de crescimento e do acúmulo de nutrientes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições e parcelas constituídas por 3 plantas. Os tratamentos foram representados pelas coletas realizadas aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o transplante, no momento em que se realizou a enxertia. Mediante os resultados obtidos foi possível concluir que o período de maior absorção de nitrogênio ocorreu dos 40 aos 80 dias após o transplante. A extração total de macro e micronutrientes apresentou, respectivamente, a seguinte escala em ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg>S e Fe>Cu>Mn>Zn>B.

**UNITERMOS:** Muda cítrica; Viveiro telado; Nutrição; Porta-enxerto; Swingle.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de mudas cítricas no Estado de São Paulo sofreu uma drástica modificação no sistema de produção, em função da obrigatoriedade da produção em ambientes protegidos por tela à prova de insetos vetores e cultivadas em contêineres com substrato esterilizado. Tal sistema de produção visa à obtenção de mudas cítricas sadias, elemento fundamental para o início da atividade citrícola.

Sendo uma tecnologia relativamente nova, poucos são os estudos relacionados a fertirrigação e nutrição das mudas no referido sistema, aparecendo com bastante frequência problemas de deficiência ou excesso de nutrientes, como consequência de fertirrigações realizadas sem muitos critérios. Trabalhos realizados por Smith (1966), Chapman (1968) e Smith (1975) e

demonstraram a importância de fornecer doses equilibradas de N, K e Ca, mostrando a interação entre esses nutrientes.

Na literatura encontram-se alguns trabalhos avaliando marcha de absorção e a demanda de nutrientes do porta-enxerto cítricos.

Boaventura (2003) avaliou em ambiente protegido a curva de crescimento, marcha de absorção e demanda nutricional dos porta-enxertos Limoeiro Cravo e Citrumelo Swingle, desde o transplantio até a poda de formação das mudas, sob fertirrigação ou fertilizante de liberação controlada. Concluiu que a ordem decrescente para o acúmulo de macro e micronutrientes no sistema de fertirrigação foi de, respectivamente, N>K>Ca>S>P>Mg e Fe>Mn>B>Zn>Cu, sendo que, aos 100 dias após o transplantio (período que antecedeu a enxertia) o acúmulo total de N, P, K, Ca, Mg e S, em g planta<sup>-1</sup>, foi de 0,422,

<sup>1</sup> Pesquisador Científico, Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Frutas, Instituto Agrônomo de Campinas.

<sup>2</sup> Professor Assistente, Doutor, UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Produção Vegetal.

<sup>3</sup> Pós-graduando, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Produção Vegetal.

<sup>4</sup> Professor Doutor, UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Recursos Naturais.

Received: 09/06/05

Accepted: 30/08/05

0,041, 0,316, 0,328, 0,049 e 0,048 e de B, Cu, Fe, Mn e Zn, em mg planta<sup>-1</sup>, foi de 0,707, 4,148, 4,631, 0,747 e 0,357. Verificou também que, com exceção do Fe, Mn e Zn, houve maior acúmulo dos nutrientes na parte aérea, quando comparado com as raízes.

Castle e Rouse (1990) avaliaram a extração de nutrientes por mudas cítricas cultivadas em campo e em substrato. Constataram que, apesar das doses de nutrientes aplicadas serem as mesmas nos dois sistemas, a extração de nutrientes por mudas no campo foi quase o triplo daquelas produzidas em substratos, os quais para N, P, K, Ca e Mg extraíram, respectivamente 0,68, 0,06, 0,49, 0,44 e 0,06 gramas por planta. Bernardi (1999), em ensaio conduzido nas condições do Estado de São Paulo, obteve valores superiores de N, P e K, sendo de 1,40, 0,11 e 1,89 gramas por planta, demonstrando a disparidade entre os resultados.

Visando obter maiores informações relacionadas à nutrição, este experimento teve por objetivo determinar o crescimento e o acúmulo de macro e micronutrientes do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', desde o transplante das mudas até o momento da enxertia. Torna-se importante este estudo, visto que este porta-enxerto, juntamente com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' e o *Poncirus trifoliata* vêm sendo cada vez mais utilizados pela citricultura paulista, sendo estes porta-enxertos considerados tolerantes a morte súbita dos citros, doença que vêm causando sérios prejuízos para a cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um viveiro comercial localizado no Sítio São José, na cidade de Botucatu-SP, no período de 20/01 a 31/08/2003. Os detalhes do viveiro são apresentados e recomendados por Carvalho e Laranjeira (1994), seguindo as normas para produção de mudas certificadas no Estado de São Paulo.

A semeadura foi realizada em tubetes, preenchidos pelo substrato comercial 'Plantmax'. Mantiveram-se os tubetes suspensos sobre bancadas, sendo realizadas irrigações diárias. Após a emergência das plântulas, introduziu-se a fertirrigação, 2 vezes por semana, usando 1kg de nitrato de cálcio e 400g nitrato de potássio por 1000L de água. As mudas permaneceram nas bandejas por um período de 120 dias, sendo posteriormente transplantadas para sacos plásticos com as dimensões de 19 x 35cm, preenchidos com 4,5L do substrato comercial Rendimax Citros. Este substrato da empresa Eucatex Ltda é composto de casca de Pinus e vermiculita, apresentando as seguintes características químicas: P 48,1 mg dm<sup>-3</sup>; M.O. 731,7 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,2; K 2,8; Ca 18,8; Mg 19,5; H+Al 27,2; S 41,1; T 68,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V 60,2%; Cu 0,4; Fe 13,6; Mn 17,1 e Zn 1,4 mg dm<sup>-3</sup>. As análises químicas de pH em CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC e V%, seguiram os métodos descritos por Raij *et al.* (2001) e os teores de B, Cu, Zn, Fe e Mn foram analisados segundo a metodologia proposta por Camargo *et al.* (1986).

Após o transplante das mudas para os sacos plásticos, realizaram-se fertirrigações diárias com a solução contendo os seguintes fertilizantes descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidade dos fertilizantes, para 1000 litros de água, utilizados diariamente na fertirrigação.

Fertilizante	Quantidade em gramas para 1000L água
Nitrato de cálcio	649
Nitrato de potássio	485
Sulfato de magnésio	185
MAP	115
Sulfato de potássio	61
Nitrato de amônia	16
Ferro	15

O volume da solução aplicada na fertirrigação foi de 40mL planta<sup>-1</sup> até os 20 dias após o transplante, e no período de 20 a 40 dias, e de 40 a 100 dias foi de, respectivamente 60 e 80mL planta<sup>-1</sup>.

Adicionalmente, foi aplicado, a cada 7 dias, 50g de sulfato de cobre para 1000L de água. Utilizando uma bomba costal, também foi aplicado, semanalmente, 15g de Hydroplus (6% de Ferro) para 20L água e, a cada 15

dias, 300g do produto comercial Trinador Mz para 100L de água. O produto comercial Trinador Mz apresentou em sua composição 15%Ni, 0,1%B, 0,1%Cu, 0,2%Fe, 9,1%Mn e 7,0%Zn.

Em relação ao tratamento fitossanitário, aplicaram-se Abamectin e Imidacloprid, visando o controle de ferrugem, verrugose, pulgão e cigarrinha.

Após o transplante das mudas para os sacos plásticos, coletaram-se 12 plantas a cada 20 dias até a enxertia, para a obtenção dos dados de crescimento e a concentração de nutrientes nas raízes e na parte aérea das plantas. Os dados de crescimento avaliados foram a massa seca da parte aérea, raiz e total das plantas, o número de folhas e a altura da planta. Em amostras obtidas da massa seca da parte aérea e das raízes, determinou-se o teor de nutrientes segundo a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997). Com base nos teores de nutrientes e da massa seca, obteve-se o acúmulo de macro e micronutrientes nas raízes, parte aérea e no total da planta.

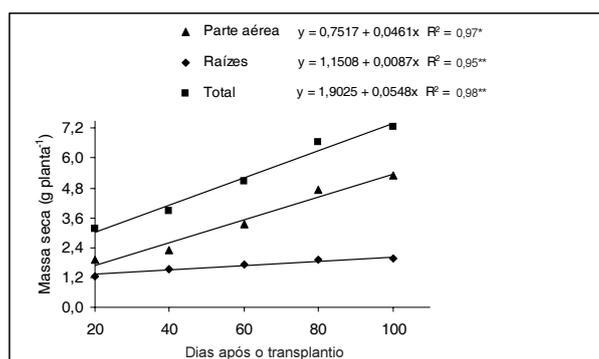
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições e parcelas

constituídas por 3 plantas. Os tratamentos foram representados pelas coletas realizadas aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o transplante, no momento em que se realizou a enxertia. Os dados foram analisados pelo programa SISVAR (versão 4,2), sendo realizado a análise de variância e regressão polinomial. Para os resultados significativos ajustaram-se equações de regressão para explicar os dados de crescimento e o acúmulo de nutrientes das plantas durante as épocas de coletas.

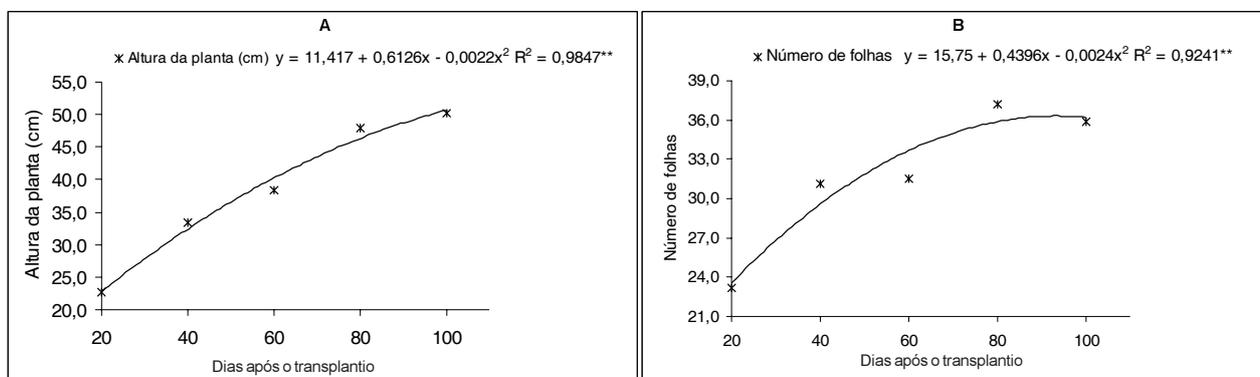
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se que, no período avaliado, o aumento da massa seca da parte aérea foi bem superior ao das raízes, com coeficientes angulares de 0,0461 e 0,0087, respectivamente (Figura 1). O aumento da massa seca total, com coeficiente angular de 0,0548, foi semelhante ao da parte aérea. Estes resultados corroboram com os obtidos por Boaventura (2003) e Rossi *et al.* (2003).

A altura da planta e o número de folhas tiveram um aumento quadrático dos 20 aos 100 dias após o transplante (Figura 2).



**Figura 1.** Massa seca da parte aérea, raízes e total, em g planta<sup>-1</sup>, do porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’ durante as 5 épocas de coletas.



**Figura 2.** Altura da planta (cm) e do número de folhas do porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’ durante as 5 épocas de coletas.

Observou-se que, até os 100 dias após o transplante das mudas, o acúmulo total de macronutrientes (Tabela 2) apresentou a seguinte escala em ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg>S, diferindo dos resultados de Boaventura (2003) e Rossi *et al.* (2003), que obtiveram a seguinte escala: N>K>Ca>Mg>P>S. Essa inversão na ordem de absorção de nutrientes está

associado ao sistema de fertirrigação utilizado no experimento, havendo diferença na quantidade fornecida de nutrientes. Ressalta-se que, o maior acúmulo de potássio em relação ao nitrogênio, deve-se a absorção de luxo desse macronutriente, quando presente em concentrações elevadas no substrato.

**Tabela 2.** Acúmulo de macronutrientes, em mg planta<sup>-1</sup>, do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', aos 20, 40, 60 80 e 100 dias após o transplante (DAT).

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
mg planta <sup>-1</sup>						
20	71,5	6,4	387,7	23,3	6,2	0,9
40	88,3	9,1	538,4	38,5	8,9	2,2
60	115,3	11,1	638,2	46,3	10,0	2,2
80	148,8	13,6	773,9	70,5	12,8	3,1
100	153,1	15,0	844,2	79,7	13,2	3,2

São poucos os trabalhos comparando a absorção e o acúmulo de nutrientes em mudas cítricas produzidas em substratos. Em termos quantitativos, observou-se que, com exceção do potássio, houve menor acúmulo de todos os demais nutrientes, quando se compara com os resultados obtidos por Boaventura (2003) e Castle e Rouse (1990).

Observou-se que, a maior variação percentual de P, K, Ca, Mg e S ocorreu no período de 20 a 40 dias, e do N aos 40 a 80 dias (Tabela 3). No período de 60 a 80 dias, a absorção de todos os macronutrientes também foi elevada, concordando com os dados obtidos por Rossi *et al.* (2003), que obteve um aumento expressivo na absorção de macronutrientes nesse período.

**Tabela 3.** Variação percentual do acúmulo de macronutrientes, do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', nos períodos de 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 dias após o transplante (DAT).

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
%						
20-40	23,4	42,3	38,9	64,9	44,6	145,5
40-60	30,6	21,4	18,5	20,4	11,8	0,6
60-80	29,1	22,6	21,3	52,1	27,8	40,8
80-100	2,9	10,2	9,1	13,1	3,4	2,8

Em relação a distribuição porcentual do acúmulo de macronutrientes nas raízes e na parte aérea das plantas, em relação ao total acumulado na planta, verificou-se que, com poucas exceções, o maior acúmulo de

macronutrientes ocorreu na parte aérea, com destaque para o cálcio (Tabela 4). Esses resultados condizem com os obtidos por Boaventura (2003) e estão de acordo Marschner (1995), que afirma que o N, P, K, Ca, Mg e S

tendem a se acumular mais na parte aérea das plantas, mais especificamente nas folhas, por atuarem isoladamente ou de forma conjunta na síntese de clorofila,

abertura e fechamento de estômatos, na síntese de ATP entre outras funções.

**Tabela 4.** Distribuição percentual do acúmulo de macronutrientes nas raízes e na parte aérea do citrumelo ‘Swingle’, aos 20, 40, 60 80 e 100 dias após o transplante (DAT).

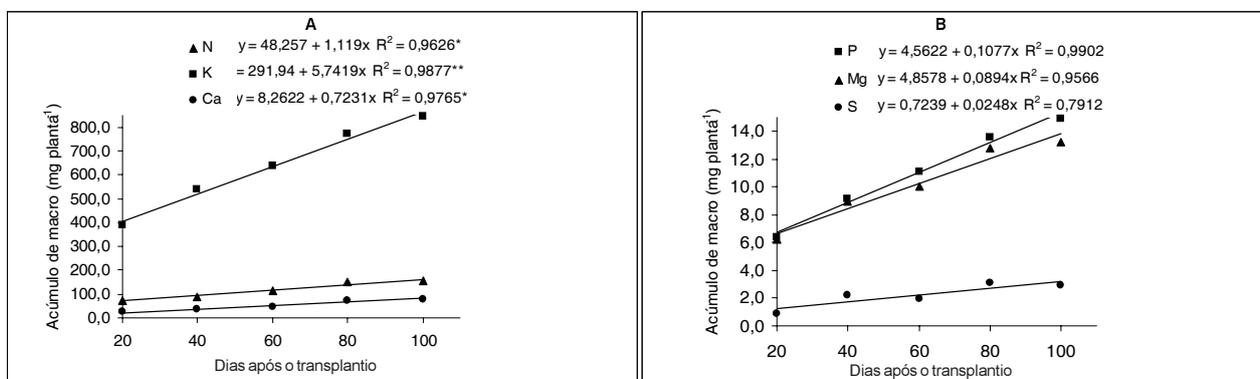
DAT	NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO	
	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea
20	42	58	49	51	37	63
40	43	57	51	49	50	50
60	37	63	39	61	38	62
80	29	71	36	64	33	67
100	28	72	34	66	37	63

DAT	CÁLCIO		MAGNÉSIO		ENXOFRE	
	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea
20	31	69	44	56	44	56
40	34	66	45	55	61	39
60	23	77	37	63	39	61
80	21	79	28	72	39	61
100	24	76	30	70	51	49

Observou-se que houve um aumento linear no acúmulo macronutrientes pelo porta-enxerto durante as épocas de amostragem (Figura 3). Notou-se que o acúmulo de macronutrientes aumentou em função da

variação da massa seca total das plantas, havendo poucas diferenças nos teores de nutrientes nas diferentes épocas de amostragens, concordando com os resultados obtidos por Boaventura (2003).



**Figura 3.** Resultados médios, em mg planta<sup>-1</sup>, do acúmulo de N, K e Ca (A) e de Mg, P e S (B) do porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’ durante as 5 épocas de coletas.

Notou-se que aos 100 dias após o transplante das mudas para os sacos plásticos, o acúmulo total de micronutrientes (Tabelas 5) apresentou a seguinte escala

em ordem decrescente: Fe>Cu>Mn>Zn>B, concordando em partes com os resultados obtidos por Boaventura (2003) que obtiveram a seguinte ordem: Fe>Cu>Mn>B>Zn.

**Tabela 5.** Acúmulo de micronutrientes, em  $\mu\text{g planta}^{-1}$ , do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', aos 20, 40, 60 80 e 100 dias após o transplante (DAT).

DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\mu\text{g planta}^{-1}$					
20	92,8	444,7	745,5	304,1	178,8
40	122,4	482,1	878,6	700,4	137,8
60	180,0	498,3	1000,2	616,6	271,8
80	222,3	867,4	977,7	673,0	153,1
100	222,7	907,5	988,4	694,5	236,5

Verificou-se que, a maior variação percentual no acúmulo de micronutrientes ocorreu no período de 20-40 dias para o Fe e Mn, dos 40 a 60 dias para o B e o Zn, e dos 60 aos 80 dias para o Cu (Tabela 6). Ressalta-se que

os valores negativos podem ser devidos a contaminação das amostras com os defensivos e adubos foliares utilizados.

**Tabela 6.** Variação percentual do acúmulo de micronutrientes, do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', nos períodos de 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 dias após o transplante (DAT).

DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20-40	31,85	8,40	17,85	130,37	-22,90
40-60	47,09	3,35	13,84	-11,97	97,18
60-80	23,49	74,09	-2,25	9,15	-43,67
80-100	0,16	4,62	1,10	3,19	54,50

Observou-se que os micronutrientes B, Cu e Zn apresentaram maior acúmulo na parte aérea, enquanto que o Mn e o Fe acumularam mais no sistema radicular, concordando com os resultados obtidos por Boaventura (2003). De acordo com Marschner (1995) o maior acúmulo de micronutrientes nas raízes está relacionada a sua ligação aos fosfolipídios encontrados no sistema radicular das plantas, e a adsorção de Mn e Fe na rizosfera por ácidos orgânicos formando quelatos.

Dos micronutrientes avaliados, somente o acúmulo

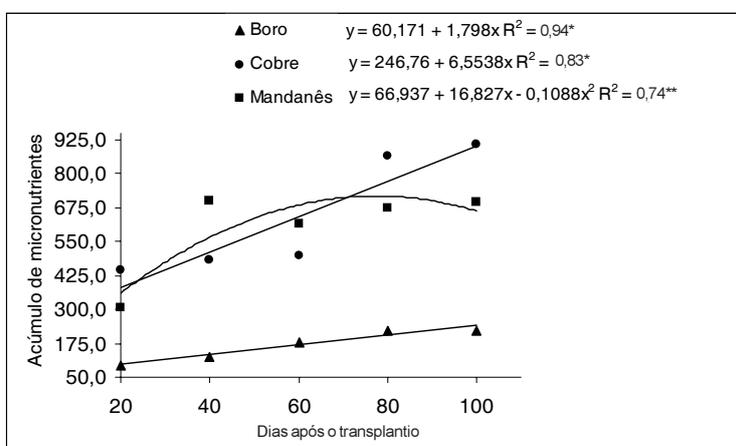
de B, Cu e Mn foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, ajustando-se os modelos de regressão, como pode ser observado na Figura 4. Verificou-se um aumento linear no acúmulo de B e Cu, e um aumento quadrático para o de acúmulo de Mn. Observou-se que o acúmulo de micronutrientes aumentou em função da variação da massa seca total das plantas, havendo poucas diferenças nos teores de nutrientes nas diferentes épocas de amostragens, concordando com os resultados obtidos por Boaventura (2003).

**Tabela 7.** Distribuição percentual do acúmulo de micronutrientes nas raízes e na parte aérea do citrumelo ‘Swingle’, aos 20, 40, 60 80 e 100 dias após o transplante (DAT).

BORO		COBRE		FERRO		
DAT	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea
20	30	70	22	78	58	42
40	30	70	39	61	65	35
60	27	73	30	70	50	50
80	21	79	7	93	50	50
100	21	79	21	79	58	42

MANGANES		ZINCO		
DAT	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea
20	61	39	17	83
40	75	25	30	70
60	53	47	13	87
80	54	46	17	83
100	56	44	24	76

**Figura 4.** Resultados médios, em  $\mu\text{g planta}^{-1}$ , do acúmulo de boro, cobre, e manganês do porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’ durante as 5 épocas de coletas.

Pelos dados obtidos, evidencia-se que as fertirrigações deverão ser balanceadas fornecendo os nutrientes nos períodos de maior exigência pela cultura.

## CONCLUSÕES

Observou-se que a demanda por nutrientes este relacionada ao crescimento das plantas. O período de maior absorção de N ocorreu dos 40 aos 80 dias após o

transplante, enquanto que, para o P, K, Ca, Mg e S, dos 20 aos 40 dias. O acúmulo total de macronutrientes apresentou a seguinte escala em ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ .

A extração total de micronutrientes apresentou a seguinte escala em ordem decrescente:  $Fe > Cu > Mn > Zn > B$ , sendo que o maior acúmulo de B, Cu e Zn, ocorreu na parte aérea, enquanto que o Mn e o Fe acumularam mais no sistema radicular.

**ABSTRACT:** The production of healthy and with origin certification to market was established in São Paulo State citrus orchards and industries. This project had as purpose to determine the growth and nutrient balance on 'Swingle' citrumelo rootstock. The experiment was conduct in citrus nursery during 220 days from to the seeding until the budding time. It were collected 12 plants at 20 days intervals in order to quantify the nutrients balance. The experimental design was entirely randomized with 4 replications and 3 plants per parcel. The treatments were the collects made at 20, 40, 60, 80 e 100 days after planting, in the budding time. The results showed that the time of higher nitrogen absorption was during 40 until 80 days. The nutrients extraction had the following decreased release: K>N>Ca>P>Mg>S and Fe>Cu>Mn>Zn>B.

**UNITERMS:** Citrus nursery; Screen house; Nutrition; Rootstock; Swingle.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDI, T.K. **Produção de mudas de citros em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.** 1999. 84 f. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirós", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

BOAVENTURA, P. S. R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substratos em ambiente protegido.** 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós Graduação no Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2003.

CAMARGO, F. A. O; MUNIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônômico de Campinas,** 1986. 94p. (Boletim técnico, 106).

CARVALHO, S. A.; LARANJEIRA, F. F. Protótipo de viveiro de mudas certificadas e borbulheiras sob telado à prova de afídeos do Centro de Citricultura-IAC. **Laranja,** Cordeirópolis, v. 15, p. 213-220, 1994.

CASTLE W.S.; ROUSE, R.E. Total mineral nutrient content of Florida citrus nursery plant. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society,** Winter haven, v. 103, p. 42-44, 1990.

CHAPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In.: REUTER, V; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H. (Ed.). **The citrus industry.** Berkeley: University of California, p. 127-289, 1968.

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

MARSCHNER, H. **Nineral nutrition of higher plants.** New York: Academic Press, 1995. 889 p.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas, Instituto Agrônômico, 2001, 285p.

ROSSI, V. L.; VUOLO, M.; CARVALHO, P. R., COSTA, P. R., TIRITAN, C. S., CRESTE, J. E. Extração e acúmulo de macronutrientes em porta-enxerto cítrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2003. 1CD-ROM.

SMITH, P.F. **Calcium requeriments of citrus.** Communicationa in Soil Science and Plant Analysis. New York, v.6, n.3, p.245-260, 1975.

SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.P. (Ed.). **Nitrition of fruit crops: tropical, subtropical, tempeature tree na small fruits.** 3.ed. Somerville: Somerset Press, v.1, cap. 7, p. 174-207, 1966.