



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Facincani Franco, Claudenir; Mello Prado, Renato de; Brachirolli, Luiz Fernando; Rozane, Danilo
Eduardo
CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE
GOIABEIRA
Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 31, núm. 6, 2007, pp. 1429-1437
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214061020>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE GOIABEIRA⁽¹⁾

Claudenir Facincani Franco⁽²⁾, Renato de Mello Prado⁽³⁾, Luiz Fernando Brachirolli⁽⁴⁾ & Danilo Eduardo Rozane⁽⁵⁾

RESUMO

A utilização de mudas de goiabeira com adequado estado nutricional determina o sucesso da implantação de um pomar. O objetivo deste trabalho foi determinar crescimento e acúmulo de macronutrientes em mudas de duas cultivares de goiabeira obtidas por estação herbácea. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, com três repetições. Assim, foram utilizadas como parcelas duas cultivares de goiabeira (Paluma e Século XXI) e, como subparcelas, sete coletas de plantas ao longo do período experimental (120 dias), em solução nutritiva. As plantas foram avaliadas quinzenalmente quanto a: altura, número de folhas, diâmetro do caule, área foliar e massa de matéria seca (folhas, caule e raízes). Nos diferentes órgãos das mudas, determinou-se o acúmulo de macronutrientes. Houve acúmulo quadrático de matéria seca das mudas de goiabeira com o tempo de cultivo. A muda de goiabeira da cultivar Século XXI tem maior exigência de macronutrientes que a da cultivar Paluma, e o período de maior exigência é a partir dos 75 e 45 dias, para ambas as cultivares. O acúmulo de macronutrientes pelas mudas de goiabeira das cultivares Paluma e Século XXI foi de: K (726 e 696), N (552 e 585), Ca (293 e 302), S (73 e 66), P (64 e 66) e Mg (39 e 41) mg por planta, respectivamente.

Termos de indexação: nutrição mineral, acúmulo de nutrientes, exigência nutricional, macroelementos, *Psidium guajava*.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em novembro de 2006 e aprovado em julho de 2007.

⁽²⁾ Mestre em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, São Paulo, São Paulo, SP, Brazil. E-mail: cfafranco@hotmail.com

SUMMARY: GROWTH AND MACRONUTRIENT UPTAKE CURVES IN GUAVA SEEDLING

The use of guava seedlings with adequate nutritional status determines the success of an orchard installation. This study was conducted to determine plant growth and macronutrient accumulation in herbaceous seedlings of two guava cultivars. The experiment was arranged in a completely randomized design in split-plots with three replications. Plots consisted of the two guava cultivars (Paluma and Século XXI) in nutrient solution and the sub-plots were the seven sampling dates in a 120 day period. Plant height, number of leaves, stem diameter, leaf area and dry mass (leaves, stem and roots) were determined biweekly. The accumulation of macronutrients was determined in the different plant organs. A quadratic dry mass accumulation was observed with plant age. The macronutrient requirement of cultivar Século XXI was higher than that of Paluma, and the period of highest demand is after 75 and 45 days, respectively. The accumulation of macronutrients (mg/plant) in the cultivars Paluma and Século XXI was, respectively: K: 726 and 696; N: 552 and 585; Ca: 293 and 302; S: 73 and 66; P: 64 and 66; and Mg: 39 and 41.

Index terms: mineral nutrition, nutrient accumulation, nutritional requirements, macronutrients, *Psidium guajava*.

INTRODUÇÃO

A goiaba ocupa lugar de destaque entre as frutas tropicais devido ao elevado conteúdo de vitaminas C, A e B, pectina, bem como ao sabor e aroma característicos, que lhe conferem qualidade organoléptica tida como excelente por Pereira & Martinez Júnior (1986). Entretanto, a obtenção de frutos de elevada qualidade depende de pomares bem formados. A utilização de mudas de goiabeira com adequado estado nutricional, sadias e vigorosas, é um dos fatores que determinam o sucesso da implantação de um pomar (Prado et al., 2003).

Desse modo, para nutrição adequada das plantas, além da quantidade e da relação entre nutrientes, é preciso conhecer a dinâmica de acúmulo de nutrientes na matéria seca e ao longo do tempo de cultivo, pois o desbalanceamento nutricional pode acarretar prejuízos às mudas, alterando sua morfologia.

Na área de produção de mudas de goiabeira, no que diz respeito especialmente à nutrição mineral, poucos trabalhos foram realizados, e estes se limitaram a avaliar os sintomas de deficiência em experimentos que utilizaram a “técnica da omissão de um nutriente” (Accorsi et al., 1960; Salvador et al., 1999) à resposta pontual das mudas a um nutriente isolado (Natale et al., 2002; Corrêa et al., 2003), ou à aplicação de resíduos como fonte de nutrientes (Prado et al., 2002).

Inexistem estudos envolvendo a marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira. Esse fato é motivo de preocupação, pois o programa de

conhecimento da exigência nutricional ou adequada de aplicação dos nutrientes.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a dinâmica de crescimento e acúmulo de macronutrientes em mudas de duas cultivares de goiabeira obtidas a estação herbácea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de vegetação, sob hidroponia, na FCAU/UFSCar, campus de Jaboticabal, coordenadas 21° 15' 48" S 48° 18' 58" Oeste e altitude de 575 m.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em subdivididas. Assim, foram utilizadas como subparcelas, sete coletas de plantas a cada período experimental.

Foram utilizadas plantas obtidas a partir da propagação vegetativa de estacas herbáceas, matrizes selecionadas de goiabeiras (*Psidium guajava* L.). As estacas, compostas de um segmento com um par de folhas, correspondendo a um internodo, foram inicialmente colocadas em caixas de plástico com vermiculita, recebendo nebulização intensa de água a cada 15 segundos, por um período de 90 dias, até enraizarem.

Após o enraizamento inicial, as estacas receberam metade de cada uma das folhas cortada, para redução do sistema radicular (aparamento).

para posterior seleção (desbaste), deixando quatro plantas por unidade experimental, composta por um vaso de polipropileno, com formato trapezoidal (48,0 cm de comprimento na base superior, 44,3 cm de comprimento na base inferior, 16,0 cm de largura e 17,0 cm de altura), contendo 8 L de solução. Após esse período, as plantas foram submetidas à solução nutritiva completa (até 120 dias após o transplante).

A solução utilizada foi a de Castellane & Araújo (1995), indicada como adequada para cultivo de mudas de goiabeira segundo Franco & Prado (2006), a qual apresenta as seguintes concentrações de nutrientes, em mg L⁻¹: N = 222,5, P = 61,9, K = 426,2, Ca = 139,9, Mg = 24,3, S = 32,4, e em µg L⁻¹: B = 498, Cu = 48, Fe = 5.000, Mn = 419, Mo = 52 e Zn = 261 de solução nutritiva.

A solução nutritiva, dentro dos vasos, foi mantida com aeração constante pelo uso de um borbulhador acoplado a um compressor de ar. O valor do pH da solução nutritiva foi monitorado diariamente com o uso de um peágâmetro portátil (PG 1400) e ajustado a $5,5 \pm 0,5$, utilizando-se solução NaOH ou HCl 0,1 mol L⁻¹. Na mesma ocasião, foi monitorada a condutividade elétrica da solução nutritiva com um condutivímetro portátil (CG 220), mantendo-a com valor inferior a 2,4 dS m⁻¹, conforme indicação de Távora et al. (2001) para o cultivo de mudas de goiabeira. Utilizou-se água desionizada para compor a solução nutritiva e para compor a reposição da água evapotranspirada. A solução nutritiva foi renovada quinzenalmente.

As plantas foram avaliadas quinzenalmente quanto a: altura, a 5 cm do colo da planta até a extremidade da última folha expandida; diâmetro do caule, a 8 cm do colo da planta, com o auxílio de um paquímetro digital; e número de folhas, considerando as folhas fotossinteticamente ativas e completamente crescidas, sendo desconsideradas as folhas secas e caídas durante a condução do experimento. A primeira coleta das plantas foi realizada após completar 30 dias do transplante e, consequentemente, elas ficaram em contato com a solução nutritiva completa durante os

primeiros 15 dias. A partir dessa coleta realizadas, quinzenalmente, as demais coletas de plantas, até completar os 120 dias de transplante. Em cada coleta foi avaliada a área foliar das plantas, com o auxílio de um aparelho integrador portátil LI-COR modelo LI-3100.

As plantas foram divididas em raízes, lhas. Posteriormente, todo o material vegetado em água deionizada e seco em estufa lação forçada de ar, à temperatura de 65 a atingir massa constante. Foi quantificada de matéria seca das diferentes partes da pl seguida, ela foi moída e armazenada. Na s determinou-se o teor de macronutrientes vegetal, seguindo método descrito por Bata (1983). A partir do teor de nutrientes e da matéria seca, calculou-se o acúmulo de macro nos diferentes órgãos. Com base nos result as diversas características estudadas, foram as análises de variância (teste F), para co entre as cultivares de goiabeira, e a análise sâo para tempo de cultivo. Também foram f ilises de correlação de Pearson ($p < 0,01$) entre a matéria seca produzida e altura, número de f metro de caule e área foliar das mudas de g

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento de mudas de duas culti goiabeira

Nas cultivares avaliadas, houve diferenças variáveis de crescimento, exceto para a medida das raízes. Houve também diferença significativa nas variáveis de crescimento das mudas com o cultivo (Quadro 1); a cv. Século XXI apresentou melhores resultados que a cv. Paluma, para as características avaliadas no final do experimento. Observou-se aumento linear na altura, número de folhas, diâmetro de caule foliar e quadrático para acúmulo de matéria seca em diferentes órgãos (Quadro 2).

Quadro 1. Valor de F e coeficiente de variação dos fatores cultivar e tempo de cultivo sobre variação de crescimento das mudas de goiabeira cultivadas em solução nutritiva

Fator	Altura	Diâmetro de caule	Número de folhas	Área foliar	Matéria seca				
					Folha	Caule	Raiz	Parte aérea	Parte seca
Cultivar	71,87**	16,19*	8,67*	163,98**	181,55**	45,31**	5,63 ^{ns}	45,69**	20,11**
Tempo de cultivo	145,17**	53,41**	138,62**	406,65**	469,01**	174,15**	448,10**	223,01**	50,00**
Interação	2,03 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,16 ^{ns}	5,57**	7,75*	2,68*	10,02**	2,53*	1,00**

Quadro 2. Equações, Valor de F e coeficiente de determinação (R^2) encontradas nos estudos de crescimento das mudas de goiabeira (cv. Paluma e Séc. XXI) sobre os efeitos do tempo de cultivo no crescimento das mudas de goiabeira (cv. Paluma e Séc. XXI).

	Paluma	Teste F	R^2	Século XXI	Teste F
Altura (cm)	$\hat{y} = -13,33 + 0,6561x$	347,89**	0,96	$\hat{y} = -5,80 + 0,6479x$	759,89**
Diâmetro do caule (mm)	$\hat{y} = -1,43 + 0,3003x$	287,52**	0,98	$\hat{y} = -1,38 + 0,3244x$	678,57**
Número de folhas	$\hat{y} = 4,43 + 0,0243x$	113,74**	0,98	$\hat{y} = 4,19 + 0,0314x$	249,18**
Área foliar (dm^2)	$\hat{y} = -7,82 + 0,2118x$	1154,54**	0,93	$\hat{y} = -5,49 + 0,216x$	1379,23**
Matéria seca das folhas (g por planta)	$\hat{y} = 2,34 - 0,122x + 0,0018x^2$	102,05**	0,99	$\hat{y} = -1,13 + 0,035x + 0,0009x^2$	33,99**
Matéria seca do caule (g por planta)	$\hat{y} = 1,52 - 0,051x + 0,0008x^2$	33,23**	0,99	$\hat{y} = 1,05 - 0,039x + 0,0008x^2$	49,52**
Matéria seca das raízes (g por planta)	$\hat{y} = 0,81 - 0,005x + 0,0002x^2$	46,48**	0,98	$\hat{y} = 0,49 - 0,002x + 0,0003x^2$	51,33**
Matéria seca da parte aérea (g por planta)	$\hat{y} = 3,86 - 0,173x + 0,0026x^2$	73,01**	0,99	$\hat{y} = 1,92 - 0,079x + 0,0022x^2$	28,65**
Matéria seca da planta inteira (g por planta)	$\hat{y} = 4,67 - 0,178x + 0,0028x^2$	87,09**	0,99	$\hat{y} = 0,41 - 0,006x + 0,002x^2$	108,77**

*; ** : significativo a 5 e 1 %, respectivamente.

Esse acúmulo quadrático de matéria seca, com tempo de cultivo, também foi verificado em outras plantas na fase de produção de mudas, como em eucalipto, sendo da mesma família que a goiabeira (Silveira et al., 2003), e em gravioleiras (Barbosa et al., 2003). Cabe salientar que, embora na literatura a curva de crescimento das culturas amplamente relatada seja sigmóide, a exemplo da cultura do arroz (Alvarez, 2003), no presente trabalho foi a quadrática (matéria seca da planta inteira) (Quadro 2). Isso pode ser explicado pelo fato de que o presente trabalho foi desenvolvido em plantas originadas de estacas herbáceas (50 dias após início do enraizamento) e apenas na fase inicial do desenvolvimento vegetativo.

Com as curvas de crescimento das mudas de goiabeira (Quadro 2), pode-se calcular o tempo necessário para as cultivares atingirem metade do crescimento máximo. As mudas atingiram metade do crescimento em altura, número de folhas e área foliar nos períodos de 62 a 79 e de 65 a 72 dias, respectivamente para cv. Paluma e Séc. XXI; já para o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos os períodos foram de 75 a 94 e 80 a 90 dias, respectivamente. Barbosa et al. (2003) observaram que as mudas de gravioleira acumularam metade da matéria seca total aos 141 dias e o restante até 195 dias, indicando que as mudas de frutíferas apresentam lento crescimento inicial no acúmulo de matéria seca.

A produção de matéria seca aos 120 dias do cultivo

(15 %). Resultados semelhantes em mudas de goiabeira foram encontrados por Franco & Prado (2006) em São Paulo, e em gravioleira; e Silveira et al. (2003), em eucalipto, os quais constataram a contribuição das folhas no acúmulo de matéria seca.

Houve correlação positiva da massa de matéria seca produzida pelas mudas de goiabeira com a altura (r = 0,96), o número de folhas (r = 0,95), o diâmetro do caule (r = 0,94) e a área foliar (r = 0,99) (Quadro 2), indicando que essas características apresentaram comportamento diretamente proporcional ao acúmulo de matéria seca pelas mudas de goiabeira. A área foliar o parâmetro que mais explica o acúmulo de matéria seca das mudas. Silva et al. (2003) observaram que as mudas de maracujazeiro, e Melo et al. (2003) as mudas de umbuzeiro, encontraram resultados semelhantes para essas variáveis.

Acúmulo de macronutrientes em mudas de duas cultivares de goiabeira

Quanto ao acúmulo de macronutrientes no crescimento das mudas de goiabeira, houve diferença entre as cultivares para N, Ca e S; no caule, para N, Ca e Mg; e nas raízes, para P, Ca e Mg. Com o tempo de cultivo aumentando, houve aumento no acúmulo de macronutrientes em todas as partes da planta, com diferenças no acúmulo de macronutrientes entre as cultivares, para o caule e as raízes (Quadro 3). A cv. Paluma apresentou maior acúmulo de macronutrientes que a cv. Séc. XXI nas folhas para K, Mg e S; e para K e S; e nas raízes, para Ca e Mg, nenhuma diferença entre as cultivares.

CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS...

Quadro 3. Valor de F e coeficiente de variação dos fatores cultivar e tempo de cultivo sobre o acúmulo (g/planta) de macronutrientes nos diferentes órgãos das mudas de goiabeira

Fator	N	P	K	Ca	Mg
Valor de F					
Folhas					
Cultivar	90,57**	49,73**	17,16*	18,65*	6,65 ^{ns}
Tempo de cultivo	242,54**	194,95**	194,92**	139,71**	204,96**
Interação	4,56**	3,36*	3,65*	1,81 ^{ns}	4,69**
CV (%) ⁽¹⁾	10,7	13,6	14,6	19,3	22,1
CV (%) ⁽²⁾	13,4	14,7	14,6	19,0	13,5
Caule					
Cultivar	26,88**	5,07 ^{ns}	0,03 ^{ns}	13,39**	45,58**
Tempo de cultivo	108,11**	110,18**	87,58**	95,82**	128,64**
Interação	2,79*	0,79 ^{ns}	0,55 ^{ns}	2,21 ^{ns}	7,55**
CV (%) ⁽¹⁾	16,2	16,9	23,0	17,5	17,3
CV (%) ⁽²⁾	12,3	20,3	22,7	20,9	16,6
Raízes					
Cultivar	37,87**	13,60*	7,07 ^{ns}	12,05*	12,74*
Tempo de cultivo	128,25**	109,59**	86,24**	117,36**	97,89**
Interação	8,66**	9,69**	7,59**	6,98**	3,48*
CV (%) ⁽¹⁾	9,3	5,7	16,7	13,8	11,3
CV (%) ⁽²⁾	12,0	12,7	15,1	12,0	10,7
Parte aérea					
Cultivar	48,79**	51,68**	8,92*	21,31*	21,02*
Tempo de cultivo	204,81**	193,91**	176,36**	137,06**	242,63**
Interação	4,10**	2,19 ^{ns}	2,57*	1,47 ^{ns}	1,35 ^{ns}
CV (%) ⁽¹⁾	13,3	11,6	14,9	16,6	16,3
CV (%) ⁽²⁾	14,3	14,9	16,7	18,7	12,3
Planta inteira					
Cultivar	118,43**	55,75**	10,27*	20,40*	19,85**
Tempo de cultivo	314,42**	236,41**	245,25**	149,57**	289,52**
Interação	4,79**	3,07*	3,25*	1,30 ^{ns}	1,29 ^{ns}
CV (%) ⁽¹⁾	8,7	9,9	13,9	14,3	13,5
CV (%) ⁽²⁾	11,2	12,7	13,4	17,2	10,6

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação do cultivar e do tempo de cultivo. ns, *, ** : não-significativo e significativo a 5 e 1 %, respe

que a cv. Paluma apresentou aumento quadrático ao longo do tempo de cultivo para N, Ca, Mg e S, e a cv. Século XXI, aumento linear para S e quadrático para N, Ca e Mg. Para P e K, não houve diferença entre as cultivares, sendo observado aumento quadrático ao longo do tempo de cultivo, por meio dos estudos de regressão utilizando a média das duas cultivares

para K e Mg e quadrático para os macronutrientes, enquanto a cv. Século XXI apresentou aumento linear para N, P e K e quadrático para Ca, Mg e S (Quadro 4).

Aos 120 dias foram encontrados os seguintes acúmulos de macronutrientes das mudas (g/planta): N = 433, P = 45, K = 495, Ca = 206, Mg = 10,6, S = 13,5, P = 13,5, Ca = 206, Mg = 10,6, S = 13,5.

Quadro 4. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) encontradas nos estudos de sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de macronutrientes (mg por planta) de goiabeira (cv. Paluma e Sécuolo XXI)

Nutriente	Paluma	Teste F	R^2	Sécuolo XXI	Teste F
Folhas					
N	$\hat{y} = 78,96 - 4,138x + 0,0589x^2$	73,41**	0,99	$\hat{y} = -49,28 + 1,875x + 0,0182x^2$	8,19*
P	$\hat{y} = 8,35 - 0,426x + 0,0061x^2$	48,49**	0,99	$\hat{y} = -2,49 + 0,126x + 0,0022x^2$	12,09**
K	$\hat{y} = 105,96 - 5,450x + 0,0731x^2$	47,50**	0,99	$\hat{y} = 2,60 - 0,303x + 0,0353x^2$	36,83**
Ca	$\hat{y} = 41,18 - 2,1228x + 0,0288x^2$	36,05**	0,99	$\hat{y} = -2,81 - 0,057x + 0,0149x^2$	16,54**
Mg	$\hat{y} = 3,13 - 0,181x + 0,0032x^2$	27,64**	0,99	$\hat{y} = 1,62 + 0,007x + 0,0015x^2$	28,32**
S	$\hat{y} = 9,25 - 0,488x + 0,0069x^2$	63,53**	0,99	$\hat{y} = -7,07 + 0,279x + 0,0013x^2$	5,29*
Caule					
N	$\hat{y} = 13,65 - 0,4633x + 0,0083x^2$	15,28**	0,97	$\hat{y} = -4,31 + 0,018x + 0,007x^2$	13,86**
P ⁽¹⁾	$\hat{y} = 1,76 - 0,076x + 0,0014x^2$	28,08**	0,99		
K ⁽¹⁾	$\hat{y} = 21,43 - 0,896x + 0,0159x^2$	24,80**	0,99		
Ca	$\hat{y} = 12,99 - 0,4916x + 0,0076x^2$	14,74**	0,97	$\hat{y} = 5,53 - 0,249x + 0,0068x^2$	31,91**
Mg	$\hat{y} = 1,10 - 0,0265x + 0,0007x^2$	12,51**	0,98	$\hat{y} = 1,26 - 0,048x + 0,0012x^2$	26,02**
S	$\hat{y} = 2,75 - 0,100x + 0,0017x^2$	26,38**	0,98	$\hat{y} = -5,47 + 0,165x$	874,10**
Raízes					
N	$\hat{y} = 15,01 - 0,176x + 0,0036x^2$	12,54**	0,98	$\hat{y} = -13,43 + 0,5836x$	817,39**
P	$\hat{y} = 3,09 - 0,0439x + 0,0007x^2$	19,49**	0,96	$\hat{y} = -2,06 + 0,0863x$	601,60**
K	$\hat{y} = -2,81 + 0,567x$	93,70**	0,94	$\hat{y} = -24,89 + 0,9396x$	794,77**
Ca	$\hat{y} = 4,45 - 0,025x + 0,0015x^2$	20,76**	0,89	$\hat{y} = 9,72 - 0,179x + 0,0022x^2$	23,86**
Mg	$\hat{y} = 0,096 + 0,0319x$	368,49**	0,99	$\hat{y} = 1,48 - 0,018x + 0,0003x^2$	16,60**
S	$\hat{y} = 1,85 - 0,027x + 0,0007x^2$	13,04**	0,99	$\hat{y} = -1,75 + 0,065x + 0,0002x^2$	4,58*
Parte aérea					
N	$\hat{y} = 92,61 - 4,601x + 0,0672x^2$	60,02**	0,99	$\hat{y} = -159,67 + 5,4385x$	607,03**
P	$\hat{y} = 11,13 - 0,530x + 0,0076x^2$	42,33**	0,99	$\hat{y} = -1,76 + 0,078x + 0,0035x^2$	23,77**
K	$\hat{y} = 134,23 - 6,575x + 0,0908x^2$	37,60**	0,99	$\hat{y} = 14,31 - 0,864x + 0,0488x^2$	50,41**
Ca	$\hat{y} = 53,36 - 2,595x + 0,0364x^2$	30,22**	0,98	$\hat{y} = 2,72 - 0,306x + 0,0218x^2$	24,23**
Mg	$\hat{y} = 4,22 - 0,207x + 0,0039x^2$	28,12**	0,99	$\hat{y} = 2,88 - 0,041x + 0,0028x^2$	56,89**
S	$\hat{y} = 12,01 - 0,5883x + 0,0086x^2$	57,19**	0,99	$\hat{y} = -10,39 + 0,376x + 0,0018x^2$	8,18*

* , ** : Significativo a 5 e 1 %, respectivamente. ⁽¹⁾ Foi utilizada a média entre as duas cultivares por não haver diferença entre ambas.

foram inferiores aos de Salvador et al. (1999), os quais, estudando a omissão de macronutrientes, observaram, no tratamento completo com mudas de goiabeira obtidas de propagação via semente, após 135 dias de cultivo hidropônico, os seguintes valores nas folhas, em mg/planta: N = 429, P = 39, K = 361, Ca = 293, Mg = 81 e S = 80; no caule, N = 117, P = 14, K = 117, Ca = 81, Mg = 41 e S = 39; e nas raízes, N = 140, P = 17, K = 163, Ca = 119, Mg = 25 e S = 37.

crescimento cultivadas em vaso com solo com adubação com P nas raízes equivalente a 5 mg/planta.

O acúmulo de macronutrientes pela goiabeira corresponde à necessidade total de nutriente para as culturas, de forma que houve diferença para a parte aérea e na planta inteira (Quadro 4). A cv. Paluma apresentou maior acúmulo na parte aérea e menor na raízes, enquanto a cv. Sécuolo XXI para N, K e S (Quadro 4) apresentou maior acúmulo na parte aérea e menor na raízes.

CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS...

(Quadro 3). Foi observado aumento quadrático para a cv. Paluma e aumento linear para N, e quadrático para os demais macronutrientes na cv. Século XXI (Quadro 4).

A parte aérea das mudas acumulou 58 mg/planta de P, enquanto Corrêa et al. (2003) observaram que acúmulo de 32 mg/planta de P proporcionou maior incremento de matéria seca (24 g por muda de goiabeira); contudo, essas diferenças se devem ao fato de o cultivo hidropônico possuir concentração mais elevada de P em relação ao solo, segundo Martinez (2002).

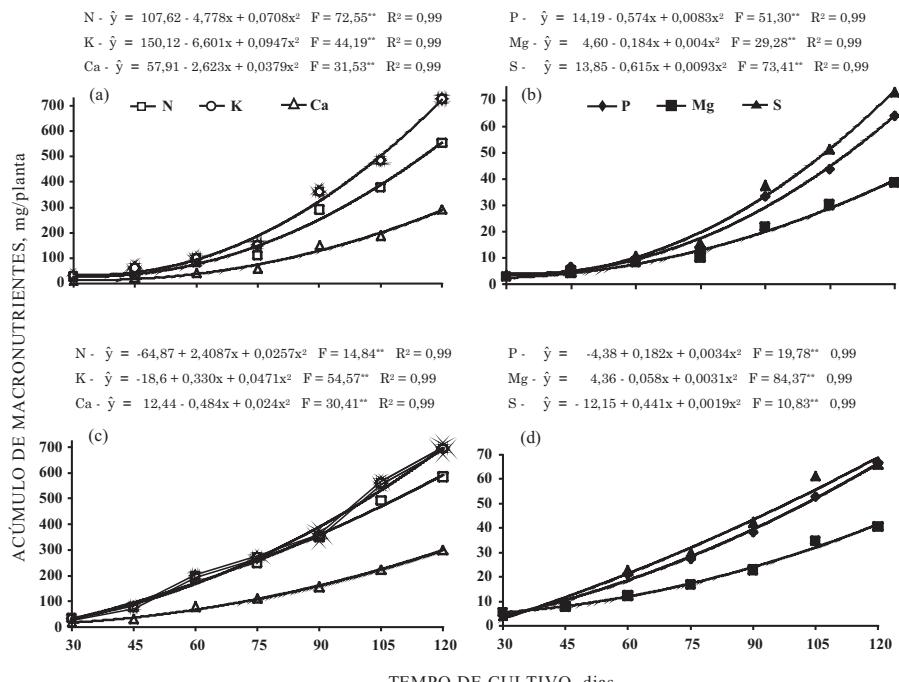
As mudas de goiabeira atingiram metade do acúmulo de macronutrientes no período entre 89 a 93 e 78 a 87 dias para a cv. Paluma e Século XXI, respectivamente, acompanhando o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos, o qual esteve entre 75 e 94 e 80 e 90 dias para a cv. Paluma e Século XXI, respectivamente. Barbosa et al. (2003), em gravoleira, também verificaram que a massa de matéria seca das mudas tem maior contribuição no acúmulo de macronutrientes.

Acrescenta-se, ainda, que as mudas de goiabeira da cv. Paluma e Século XXI resultaram em acúmulo dos macronutrientes na seguinte quantidade: 726 e 696; 552 e 585; 293 e 302; 73 e 66; 64 e 66; e 39 e

41 mg/planta, para K, N, Ca, S, P, respectivamente (Figura 1).

De maneira geral, a quantidade de N, K e Ca é próxima daquela encontrada por Salvador et al. (1997) (N = 683; P = 70; K = 641 mg/planta), e a quantidade de Ca (493), Mg (147) e S (156) em mg/planta é pouco abaixo. Essas diferenças podem ser explicadas pela diversidade de material genético utilizado e concentração de nutrientes nas soluções nutritivas e no tempo de cultivo.

Observa-se que o acúmulo de macronutrientes nas mudas da cv. Paluma aumentou rapidamente nos primeiros 75 dias, ao passo que na cv. Século XXI o acúmulo rápido ocorreu a partir dos 45 dias de cultivo e transplantio (Figura 1). Barbosa et al. (2003), em mudas de gravoleira, concluíram que foi acumulado cerca de um terço do total para os macronutrientes até 75 dias de cultivo (105 dias), e o restante, após essa idade (195 dias). Por sua vez, Tecchio et al. (2003), em mudas de porta-enxerto cítrico, encontraram metade do acúmulo total de macronutrientes até 40 dias, e o restante nos 100 dias. De acordo com Marschner (1995), os parâmetros cinéticos de absorção dos nutrientes são influencia genética e estão relacionados com as características morfológicas e fisiológicas das plantas.



Do total de nutrientes absorvidos aos 120 dias, a cv. Século XXI apresentou maior incremento em relação à cv. Paluma para N = 6 %, P = 4 %, Ca = 3 % e Mg = 5 %, enquanto a cv. Paluma mostrou maior incremento para K = 4 % e S = 11 % (Figura 1).

De modo geral, o acúmulo médio de macronutrientes pelas mudas de goiabeira (média de duas cultivares) obedeceu à seguinte seqüência: K > N > Ca > S > P > Mg (Figura 1).

O acúmulo médio de macronutrientes pelas mudas de goiabeira está concentrado nas folhas, com cerca de 70 %, e o restante, no caule (20 %) e nas raízes (10 %) (Figura 2). Resultados semelhantes foram observados por Franco & Prado (2006); entretanto, Salvador et al. (1999), com o tratamento completo, encontrou acúmulo de macronutrientes próximo de 60 % nas folhas, 20 % no caule e 20 % nas raízes. Essas diferenças, especialmente nas raízes, se devem ao material genético e ao tempo de cultivo distintos. Em plantas adultas de frutíferas, a exemplo do cítrico, os macronutrientes estão mais concentrados nos frutos e nas raízes, em detrimento das folhas e do caule (Mattos Jr. et al., 2003).

CONCLUSÕES

1. Há acúmulo quadrático de matéria seca nas mudas de goiabeira com o tempo de cultivo.
2. As mudas de goiabeira da cultivar Século XXI têm maior exigência de macronutrientes que a cultivar Paluma, e o período de maior exigência é a partir dos 75 e dos 45 dias, para ambas as cultivares, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- ACCORSI, W.R.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & SOBRINHO, M.O.C.B. Sintomas externos (macro e internos anatômicos), observados em folhas (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas sob regimes de nutrição em carência dos macronutrientes. *Bras. J. Plant. Nutr.*, 17:3-13, 1960.
- ALVAREZ, R.C.F. Absorção, distribuição e redistribuição do nitrogênio (¹⁵N) em cultivares de arroz de terceira idade e absorção de nutrientes por mudas de grãos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2003. 87p.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I. & CRISÓTOMO, L.A. O crescimento e absorção de nutrientes por mudas de grãos. *Bras. J. Plant. Nutr.*, 25:519-522, 2003.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, P.R. & FURLANI, P.R. & GALLO, J.R. Métodos química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 48p. (Boletim Técnico, 78)
- CASTELLANE, P.D. & ARAÚJO, J.A.C. Cultivo hidropônico. 4.ed. Jaboticabal, FUNEP, 1995.
- CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; PINTO, J. & BARBOSA, J.C. Resposta de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. *Bras. J. Plant. Nutr.*, 25:164-169, 2003.
- FRANCO, C.F. & PRADO, R.M. Uso de soluções nutritivas para o desenvolvimento e no estado nutricional das mudas de goiabeira: Macronutrientes. *Acta Sci., Agric.*, 28:199-206, 2006.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P. O uso de cultivo hidropônico em pesquisas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 61p. (Cadernos Didáticos, 1)
- MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, J.; MELLO, A.K. Nutrient content of biomass components of sweet orange trees. *Sci. Agric.*, 60:155-160, 2003.
- MELO, A.S.; GOIS, M.P.P.; BRITO, M.E.B.; VIÉIRA, J.; ARAÚJO, F.P.; MELLO, D.L.M.F. & MENDONÇA, J. Desenvolvimento de porta-enxertos de um cultivar de goiabeira em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. *Bras. J. Plant. Nutr.*, 35:324-331, 2005.

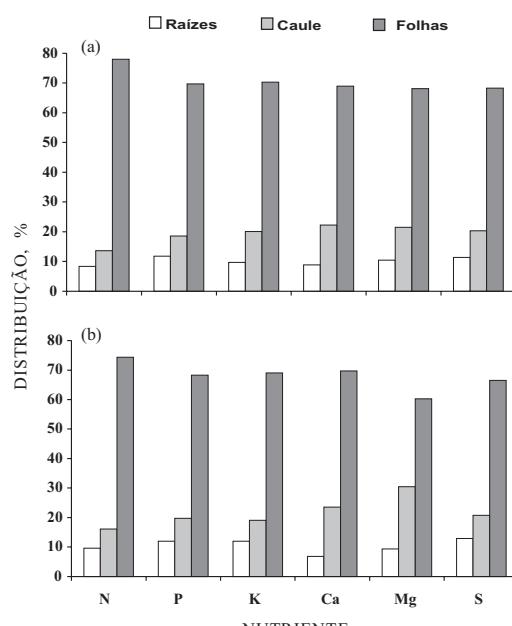


Figura 2. Distribuição dos macronutrientes nos diferentes componentes da biomassa de mudas de goiabeira cultivar Paluma (a) e Século XXI (b).

CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS...

- PEREIRA, F.M. & MARTINEZ JÚNIOR, M. Goiabas para industrialização. Jaboticabal, Legis Suma, 1986. 142p.
- PRADO, R.M.; CINTRA, A.C.O.; CORRÊA, M.C.M.; NATALE, W. & PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. R. Bras. Frutic., 25:160-163, 2003.
- PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; CINTRA, A.C.O.; NATALE, W. & SILVA, M.A.C. Liberação de micronutrientes de uma escória de siderurgia aplicada em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). R. Bras. Frutic., 24:536-542, 2002.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A. & MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. Sci. Agric., 56:501-507, 1999.

- SILVA, R.P.; PEIXOTO, J.R. & JUNQUEIRA, N.T.V. efeitos de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*passiflora edulis* sims f. azedo). R. Bras. Frutic., 23:377-381, 2001.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; SILVEIRA, L.V. H.F. Matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade. Sci. For., 64:136-149, 2003.
- TAVORA, F.J.A.F.; FERREIRA, R.G. & HERNANDEZ, J. Crescimento e relações hídricas em plantas de cana-de-açúcar submetidas a estresse salino com NaCl. R. Bras. Frutic., 23:441-446, 2001.
- TECCHIO, M.A.; LEONEL, S.; LIMA, C.P.; VILLAS BOAS, E.; ALMEIDA, E.L.P. & CORRÊA, J.C. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto de cana-de-açúcar 'Swingle', cultivado em substrato. Biosc. J., 22: 101-106, 2005.