

SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

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

Claudenir Facincani Franco⁽²⁾, Renato de Mello Prado⁽³⁾, Luiz
Fernando Brachiroli⁽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 estaquia herbácea. O delineamento utilizado foi o 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. Rod. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900 Jaboticabal (SP). E-mail: cfafranco@hotmail.com

⁽³⁾ Professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

⁽⁴⁾ Engenheiro-Agrônomo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP.

⁽⁵⁾ Doutorando, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP. E-mail: danilorozane@yahoo.com.br

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, saudáveis 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 adubação (fertilização) praticada pelos produtores de mudas cultivadas no Brasil – parte significativa já utilizando substrato inerte – é feito com pouco

conhecimento da exigência nutricional ou da época 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 por estaquia herbácea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, sob hidroponia, na FCAV/Unesp, campus de Jaboticabal, coordenadas 21 ° 15 ' 22 " sul, 48 ° 18 ' 58 " oeste e altitude de 575 m.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas subdivididas. 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.

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

Após o enraizamento inicial, as estacas tiveram a metade de cada uma das folhas cortada, bem como redução do sistema radicular (apartamento). Em seguida, as mudas foram transplantadas e, durante os primeiros 15 dias, mantidas em solução nutritiva completa, diluída a 1/4, com cinco plantas por vaso

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 transplântio).

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 peagâmetro portátil (PG 1400) e ajustado a 5,5 ± 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 deionizada 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 transplântio e, conseqüentemente, elas ficaram em contato com a solução nutritiva completa durante os

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

As plantas foram divididas em raízes, caule e folhas. Posteriormente, 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 atingir massa constante. Foi quantificada a massa de matéria seca das diferentes partes da planta e, em seguida, ela foi moída e armazenada. Na seqüência, determinou-se o teor de macronutrientes no tecido vegetal, seguindo método descrito por Bataglia et al. (1983). A partir do teor de nutrientes e da massa de matéria seca, calculou-se o acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos. Com base nos resultados para as diversas características estudadas, foram realizadas análises de variância (teste F), para comparação entre as cultivares de goiabeira, e a análise de regressão para tempo de cultivo. Também foram feitas análises de correlação de Pearson (p < 0,01) entre a matéria seca produzida e altura, número de folhas, diâmetro de caule e área foliar das mudas de goiabeira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento de mudas de duas cultivares de goiabeira

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

Quadro 1. Valor de F e coeficiente de variação dos fatores cultivar e tempo de cultivo sobre variáveis 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	Planta inteira
Cultivar	71,87**	16,19*	8,67*	163,98**	181,55**	45,31**	5,63 ^{ns}	45,69**	254,05**
Tempo de cultivo	145,17**	53,41**	138,62**	406,65**	469,01**	174,15**	448,10**	223,01**	540,79**
Interação	2,03 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,16 ^{ns}	5,57**	7,75*	2,68*	10,02**	2,53*	7,26**
CV (%) ⁽¹⁾	6,7	3,6	9,3	7,1	9,8	9,9	5,4	14,7	5,8
CV (%) ⁽²⁾	11,0	4,8	9,6	9,1	9,8	15,1	6,4	14,3	8,3

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação da cultivar e do tempo de cultivo. ^{ns}, *, **: não-significativo e significativo a 5 e 1 %, respectivamente.

Quadro 2. Equações, Valor de F e coeficiente de determinação (R²) encontradas nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo no crescimento das mudas de goiabeira (cv. Paluma e Século XXI)

	Paluma	Teste F	R ²	Século XXI	Teste F	R ²
Altura (cm)	$\hat{y} = -13,33 + 0,6561x$	347,89**	0,96	$\hat{y} = -5,80 + 0,6479x$	759,89**	0,99
Diâmetro do caule (mm)	$\hat{y} = -1,43 + 0,3003x$	287,52**	0,98	$\hat{y} = -1,38 + 0,3244x$	678,57**	0,99
Número de folhas	$\hat{y} = 4,43 + 0,0243x$	113,74**	0,98	$\hat{y} = 4,19 + 0,0314x$	249,18**	0,99
Área foliar (dm ²)	$\hat{y} = -7,82 + 0,2118x$	1154,54**	0,93	$\hat{y} = -5,49 + 0,216x$	1379,23**	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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**	0,98
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**	0,98
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**	0,99

*, ** : 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 Século 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 de cultivo foi de 23,40 e 27,05 g por planta, para as cultivares Paluma e Século XXI, respectivamente, e obedeceu à seguinte ordem: folhas (56 %) > caule (29 %) > raízes

(15 %). Resultados semelhantes em mudas foram encontrados por Franco & Prado (2006) em goiabeira; Barbosa et al. (2003), em gravioleira; e Silveira et al. (2003), em eucalipto, os quais constataram maior 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 de caule ($r = 0,94$) e a área foliar ($r = 0,99$) ($P < 0,01$), indicando que essas características apresentam comportamento diretamente proporcional ao acúmulo de matéria seca pelas mudas de goiabeira, sendo a área foliar o parâmetro que mais explica o acúmulo de matéria seca das mudas. Silva et al. (2001), com mudas de maracujazeiro, e Melo et al. (2005), com mudas de umbuzeiro, encontraram resultados semelhantes para essas variáveis.

Acúmulo de macronutrientes em mudas de duas cultivares de goiabeira

Quanto ao acúmulo de macronutrientes nas folhas, houve diferença entre as cultivares para N, P, K, Ca e S; no caule, para N, Ca e Mg; e nas raízes, para N, P, Ca e Mg. Com o tempo de cultivo ocorreram diferenças no acúmulo de macronutrientes das folhas, do caule e das raízes (Quadro 3). A cv. Paluma apresentou maior acúmulo de macronutrientes do que a cv. Século XXI nas folhas para K, Mg e S; no caule, para K e S; e nas raízes, para Ca e Mg, no final do período experimental (Quadro 4).

Houve aumento quadrático do acúmulo foliar de macronutrientes; no entanto, para o caule foi observado

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

Fator	N	P	K	Ca	Mg	S
Valor de F						
Folhas						
Cultivar	90,57**	49,73**	17,16*	18,65*	6,65 ^{ns}	35,39**
Tempo de cultivo	242,54**	194,95**	194,92**	139,71**	204,96**	250,63**
Interação	4,56**	3,36*	3,65*	1,81 ^{ns}	4,69**	7,69**
CV (%) ⁽¹⁾	10,7	13,6	14,6	19,3	22,1	12,8
CV (%) ⁽²⁾	13,4	14,7	14,6	19,0	13,5	13,1
Caule						
Cultivar	26,88**	5,07 ^{ns}	0,03 ^{ns}	13,39**	45,58**	5,25 ^{ns}
Tempo de cultivo	108,11**	110,18**	87,58**	95,82**	128,64**	163,08**
Interação	2,79*	0,79 ^{ns}	0,55 ^{ns}	2,21 ^{ns}	7,55**	3,03*
CV (%) ⁽¹⁾	16,2	16,9	23,0	17,5	17,3	12,6
CV (%) ⁽²⁾	12,3	20,3	22,7	20,9	16,6	15,4
Raízes						
Cultivar	37,87**	13,60*	7,07 ^{ns}	12,05*	12,74*	0,29 ^{ns}
Tempo de cultivo	128,25**	109,59**	86,24**	117,36**	97,89**	158,32**
Interação	8,66**	9,69**	7,59**	6,98**	3,48*	3,57*
CV (%) ⁽¹⁾	9,3	5,7	16,7	13,8	11,3	10,6
CV (%) ⁽²⁾	12,0	12,7	15,1	12,0	10,7	12,4
Parte aérea						
Cultivar	48,79**	51,68**	8,92*	21,31*	21,02*	36,00**
Tempo de cultivo	204,81**	193,91**	176,36**	137,06**	242,63**	268,28**
Interação	4,10**	2,19 ^{ns}	2,57*	1,47 ^{ns}	1,35 ^{ns}	6,58**
CV (%) ⁽¹⁾	13,3	11,6	14,9	16,6	16,3	10,7
CV (%) ⁽²⁾	14,3	14,9	16,7	18,7	12,3	12,5
Planta inteira						
Cultivar	118,43**	55,75**	10,27*	20,40*	19,85**	35,02**
Tempo de cultivo	314,42**	236,41**	245,25**	149,57**	289,52**	378,70**
Interação	4,79**	3,07*	3,25*	1,30 ^{ns}	1,29 ^{ns}	8,11**
CV (%) ⁽¹⁾	8,7	9,9	13,9	14,3	13,5	9,5
CV (%) ⁽²⁾	11,2	12,7	13,4	17,2	10,6	10,2

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

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 (Quadro 4).

Em se tratando do acúmulo de macronutrientes das raízes, a cv. Paluma apresentou aumento linear

para K e Mg e quadrático para os demais 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 valores para acúmulo de macronutrientes das folhas (mg/planta): N = 433, P = 45, K = 495, Ca = 206, Mg = 25 e S = 47; do caule, N = 51, P = 8, K = 77, Ca = 23, Mg = 4 e S = 8; e das raízes, N = 85, P = 13, K = 139, Ca = 68, Mg = 10 e S = 14. Os valores encontrados

Quadro 4. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) encontradas nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de macronutrientes (mg por planta) das mudas de goiabeira (cv. Paluma e Século XXI)

Nutriente	Paluma	Teste F	R ²	Século XXI	Teste F	R ²
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*	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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*	0,99
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**	0,97
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**	0,99
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**	0,98
S	$\hat{y} = 2,75 - 0,100x + 0,0017x^2$	26,38**	0,98	$\hat{y} = -5,47 + 0,165x$	874,10**	0,95
Raízes						
N	$\hat{y} = 15,01 - 0,176x + 0,0036x^2$	12,54**	0,98	$\hat{y} = -13,43 + 0,5836x$	817,39**	0,99
P	$\hat{y} = 3,09 - 0,0439x + 0,0007x^2$	19,49**	0,96	$\hat{y} = -2,06 + 0,0863x$	601,60**	0,98
K	$\hat{y} = -2,81 + 0,567x$	93,70**	0,94	$\hat{y} = -24,89 + 0,9396x$	794,77**	0,98
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**	0,94
Mg	$\hat{y} = 0,096 + 0,0319x$	368,49**	0,99	$\hat{y} = 1,48 - 0,018x + 0,0003x^2$	16,60**	0,94
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*	0,99
Parte aérea						
N	$\hat{y} = 92,61 - 4,601x + 0,0672x^2$	60,02**	0,99	$\hat{y} = -159,67 + 5,4385x$	607,03**	0,98
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**	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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**	0,99
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*	0,98

* , ** : 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.

O acúmulo de P nas raízes foi de 8 mg por planta, enquanto Corrêa et al. (2003) observaram que mudas de goiabeira cv. Paluma apresentaram ótimo

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

O acúmulo de macronutrientes pelas mudas corresponde à necessidade total de nutrientes pelas culturas, de forma que houve diferença para a cultivar na parte aérea e na planta inteira (Quadro 3); a cv. Paluma apresentou maior acúmulo na parte aérea que a cv. Século XXI para N, K e S (Quadro 4) e na planta inteira para K e S, no final do período experimental (Figura 1). Ocorreram diferenças durante o tempo de cultivo para acúmulo de macronutrientes da parte aérea e da planta inteira

(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 gravioleira, 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 e Mg, respectivamente (Figura 1).

De maneira geral, a quantidade de N, P e K está próxima daquela encontrada por Salvador et al. (1999) (N = 683; P = 70; K = 641 mg/planta), e a quantidade de Ca (493), Mg (147) e S (156) em mg/planta está um pouco abaixo. Essas diferenças podem ser explicadas pela diversidade de material genético utilizado, pela concentração de nutrientes nas soluções nutritivas e pelo tempo de cultivo.

Observa-se que o acúmulo de macronutrientes nas mudas da cv. Paluma aumentou rapidamente a partir dos 75 dias, ao passo que na cv. Século XXI esse aumento rápido ocorreu a partir dos 45 dias depois do transplântio (Figura 1). Barbosa et al. (2003), com mudas de graviola, concluíram que foi acumulado um terço do total para os macronutrientes até metade do cultivo (105 dias), e o restante, após esse período (195 dias). Por sua vez, Tecchio et al. (2006), com porta-enxerto cítrico, encontraram metade do acúmulo total de macronutrientes até 40 dias, e o restante até os 100 dias. De acordo com Marschner (1995), os parâmetros cinéticos de absorção dos nutrientes têm influência genética e estão relacionados às características morfológicas e fisiológicas da planta.

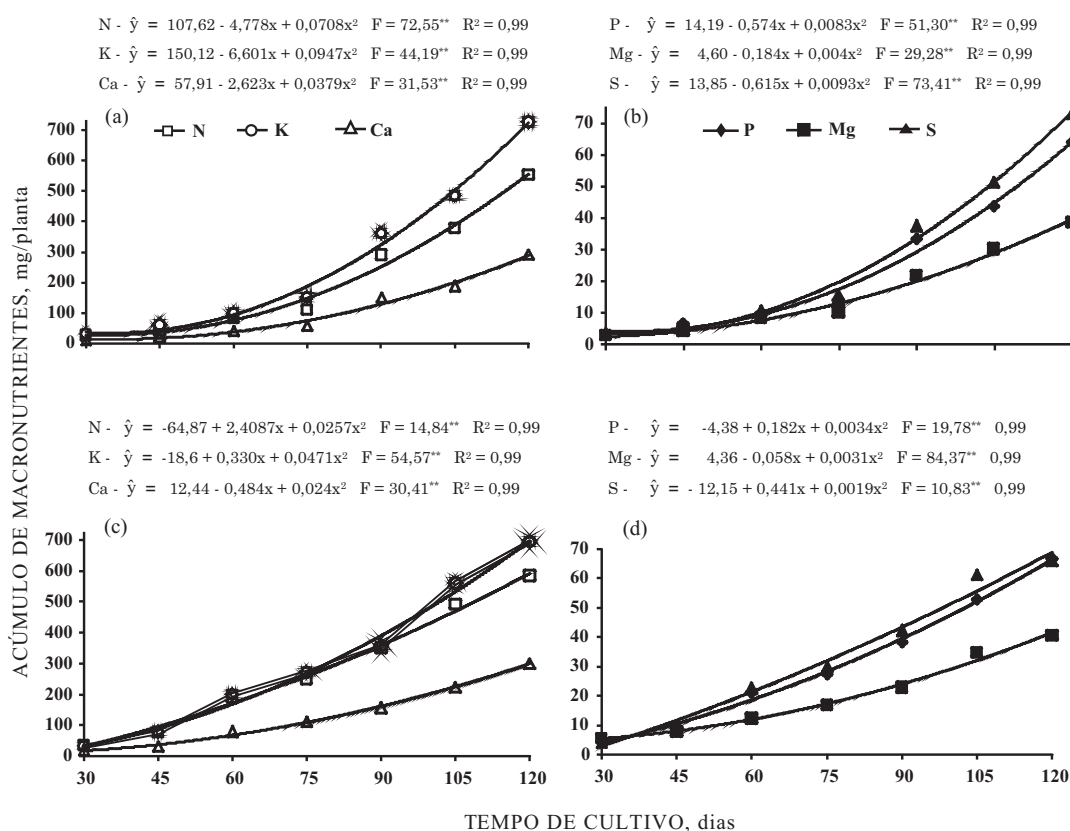


Figura 1. Efeito do tempo de cultivo no acúmulo de macronutrientes das mudas de goiabeira cultivar Paluma (a e b) e Século XXI (c e d), cultivadas em solução nutritiva durante 120 dias após o transplântio (médias de quatro plantas).

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 citrú, os macronutrientes estão mais concentrados nos frutos e nas raízes, em detrimento das folhas e do caule (Mattos Jr. et al., 2003).

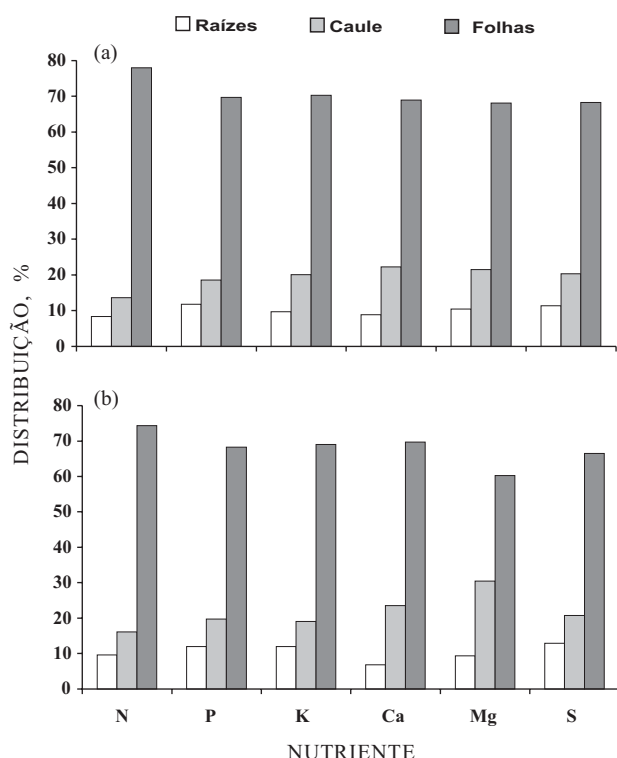


Figura 2. Distribuição dos macronutrientes nos diferentes componentes da biomassa de mudas de goiabeira cultivar Paluma (a) e Século XXI (b), cultivadas em solução nutritiva durante 120 dias após transplântio (médias de quatro plantas).

CONCLUSÕES

1. Há acúmulo quadrático de matéria seca das mudas de goiabeira com o tempo de cultivo.
2. As mudas de goiabeira da cultivar Século XXI têm maior exigência de macronutrientes que as da cultivar Paluma, e o período de maior exigência ocorre 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. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C.B. Sintomas externos (morfológicos) e internos (anatômicos), observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas em solução nutritiva em carência dos macronutrientes. An. ESALQ, 17:3-13, 1960.
- ALVAREZ, R.C.F. Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (^{15}N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2003. 87p. (Tese de Doutorado)
- BARBOSA, Z.; SOARES, I. & CRISÓTOMO, L.A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de graviola. R. Bras. Frutic., 25:519-522, 2003.
- 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)
- CASTELLANE, P.D. & ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo: Hidroponia. 4.ed. Jaboticabal, FUNEP, 1995. 43p.
- CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; PEREIRA, L. & BARBOSA, J.C. Resposta de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. R. Bras. Frutic., 25:164-169, 2003.
- FRANCO, C.F. & PRADO, R.M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: Macronutrientes. Acta Sci., 28:199-205, 2006.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London, Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P. O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 61p. (Cadernos Didáticos, 1)
- MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. & ALVA, A.K. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. Sci. Agric., 60:155-160, 2003.
- MELLO, A.S.; GOIS, M.P.P.; BRITO, M.E.B.; VIÉGAS, P.R.A.; ARAÚJO, F.P.; MÉLO, D.L.M.F. & MENDONÇA, M.C. Desenvolvimento de porta-enxertos de umbuzeiro em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. Ci. Rural, 35:324-331, 2005.
- NATALE, W.; PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; SILVA, M.A.C. & PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. R. Bras. Frutic., 24:770-773, 2002.

- 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. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) R. Bras. Frutic., 23:377-381, 2001.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; SILVEIRA, L.V.A. & LUZ, 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, F.F.F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. R. Bras. Frutic., 23:441-446, 2001.
- TECCHIO, M.A.; LEONEL, S.; LIMA, C.P.; VILLAS BOAS, R.L.; ALMEIDA, E.L.P. & CORRÊA, J.C. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto citrumelo 'Swingle', cultivado em substrato. Biosc. J., 22:37-44, 2006.