

ACÚMULO DE MASSA SECA E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE GOIABEIRA 'PEDRO SATO' ⁽¹⁾

LEONARDO MARIANO DIAS AUGOSTINHO ⁽²⁾; RENATO DE MELLO PRADO ^(3*);
DANILO EDUARDO ROZANE ⁽⁴⁾; NARIMÃ FREITAS ⁽²⁾

RESUMO

Objetivou-se determinar a curva de acúmulo da matéria seca de mudas e a marcha de absorção de macro e micronutrientes de goiabeira cultivar 'Pedro Sato'. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas sete coletas de plantas de goiabeira 'Pedro Sato', em cultivo hidropônico, em casa de vegetação da Unesp, Campus de Jaboticabal. Nas coletas, avaliaram-se o crescimento das plantas e o acúmulo de nutrientes, a cada 15 dias, durante 120 dias após o transplante. As mudas de goiabeira proporcionaram maior acúmulo de biomassa no órgão folha em relação ao caule e à raiz. Observou-se alta absorção dos nutrientes, no período de 60 a 90 dias após o transplante, nas mudas de goiabeira. O acúmulo de nutrientes das mudas de goiabeira (planta inteira) foi de 340, 44, 380, 173, 33 e 40 mg planta⁻¹, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg, S, e de 743, 118, 5.114, 2.151, 566 mg planta⁻¹, respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., nutrição mineral, absorção, nutriente.

ABSTRACT

DRY MATTER STORAGE AND ABSORPTION ROUTE OF NUTRIENTS IN GUAVA SEEDLINGS "PEDRO SATO"

This work aimed to determine the dry matter storage curve of seedlings and the absorptions of macro and micro nutrients of guava tree cultivar 'Pedro Sato'. It was used randomized design with three repetitions. Seven samples of guava plants cultivar 'Pedro Sato' were used in hydroponic growth in the greenhouse located at UNESP- Jaboticabal Campus, São Paulo State, Brazil. It was evaluated the samples of plants growing and the nutrients storage every 15 days, during 120 days after the transplanting. The seedlings of guava prioritized the dry matter storage of leaves in relation of the stem and leaves. The guava seedlings presented high absorption of nutrients in the period of 60 and 90 days after the transplanting. The nutrients storage of the guava seedlings (whole plant) were of : 340; 44; 380; 173; 33; and 40 mg plant⁻¹), respectively, for N, P, K, Ca, Mg, S and 743; 118; 5114; 2151; 566µg plant⁻¹), respectively for B, Cu, Fe, Mn, and Zn.

Key words: *Psidium guajava* L., mineral nutrition, uptake, nutrient.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 13 de abril de 2007 e aceito em 28 de fevereiro de 2008.

⁽²⁾ Graduando em Agronomia, Departamento de Solos e Adubos, FCAV/Unesp, Campus Jaboticabal. Via de Acesso Paulo Donato Castellane, s/n.º, 14884-900 Jaboticabal (SP).

⁽³⁾ Departamento de Solos e Adubos, FCAV/UNESP, Campus Jaboticabal. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br (*) Autor correspondente. Bolsista do CNPq.

⁽⁴⁾ Pós-Graduando em Agronomia, Departamento de Solos e Adubos, FCAV/Unesp, Campus Jaboticabal.

1. INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) ocupa lugar de destaque entre as frutas tropicais consumidas no Brasil. É apreciada pelo seu sabor e aroma característicos e pelo seu valor nutritivo, principalmente no consumo *in natura*, sendo a principal cultivar 'Pedro Sato' (PEREIRA e NACHTIGAL, 2003). Entretanto, a obtenção de frutos de qualidade elevada depende de pomares bem formados, e a utilização de mudas de goiabeira com adequado estado nutricional, sadias e vigorosas, é um fator que determina o sucesso da implantação de um pomar (PRADO et al., 2002; PRADO, 2003).

A construção da curva de crescimento de plantas consiste na medição destrutiva de plantas, obtendo a massa seca dos órgãos da planta (BLEASDALE, 1977; HUNT, 1990), além da análise química, essencial em estudos de nutrição e adubação. O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece subsídios para auxiliar a elaboração de um programa para adubação da cultura. Desse modo, uma adubação equilibrada, proporciona nutrição adequada, contribuindo assim para a máxima expressão do potencial da espécie, além de fornecer dados para a construção de modelos matemáticos descritores do crescimento.

A dinâmica de acúmulo de nutrientes na massa seca ao longo do tempo de cultivo (marcha de absorção) retrata apenas o que a planta necessita, e não o que deve ser aplicado, pois é preciso considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, variável segundo as condições climáticas, ambiente de cultivo, manejo de água, entre outros fatores (PRADO e NASCIMENTO, 2003).

Franco (2006) estudou a marcha de absorção de nutrientes das cultivares Paluma e Século XXI, e observou diferenças significativas, para o acúmulo de nutrientes e para a massa seca. Em outros trabalhos da literatura, limitaram-se a avaliar os sintomas de deficiência (ACCORSI et al., 1960; SALVADOR et al., 1998; 1999), a resposta pontual das mudas a um nutriente isolado (NATALE et al., 2002; CORRÊA et al., 2003) e a aplicação de resíduos como fonte de nutrientes (PRADO et al., 2002).

Nesse contexto, o conhecimento da marcha de absorção de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' vem preencher a lacuna do programa de produção de mudas de goiaba quanto à adubação por fertirrigação, que ainda é feita com pouco conhecimento da exigência nutricional ou da época adequada de aplicação dos nutrientes. É oportuno acrescentar que estudos com a goiabeira cultivar Pedro Sato, torna-se

importante devido ao fato que é a cultivar de mesa de casca rugosa mais difundida no mercado, tendo frutos levemente ovalados, boa aparência, polpa rosada, espessa, firme, sabor agradável e poucas sementes (PEREIRA e NACHTIGAL, 2003).

Assim, objetivou-se determinar a marcha de absorção de macro e micronutrientes, bem como a curva de acúmulo da massa seca de mudas de goiabeira cultivar 'Pedro Sato'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação, da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal (SP), com temperatura média mensal de fevereiro a maio/2006, respectivamente, de 35,7; 36,0; 34,5; 31,6 °C.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Ao longo do período experimental de 120 dias, foram realizadas sete coletas de plantas de goiabeira 'Pedro Sato'. As coletas foram realizadas a cada 15 dias, iniciando-se aos 30 dias após o transplantio para solução nutritiva. Cada repetição constituiu-se de quatro plantas e, portanto, 12 plantas em cada coleta.

As mudas utilizadas foram provenientes de propagação vegetativa, de estacas herbáceas de matrizes selecionadas de goiabeiras, cultivar Pedro Sato. 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, sendo mantidas a céu aberto, recebendo nebulização intermitente de água, a cada 15 segundos, por um período de 90 dias, até enraizarem.

Após o enraizamento inicial das estacas, a metade de cada uma dessas folhas foram cortadas e o sistema radicular aparado. Em seguida, as mudas foram lavadas em água corrente e imersas em água desionizada para completar a limpeza. Com a finalidade de se obter um material mais uniforme, selecionaram-se plantas com a parte aérea e o sistema radicular com padrão de crescimento semelhante. Ressalta-se que as técnicas utilizadas até completar o enraizamento das estacas foram as mesmas comumente utilizadas em viveiros de produção comercial.

Em seguida, as mudas foram transplantadas e, durante 15 dias, mantidas em solução nutritiva completa, diluída a ¼ da concentração usual, com cinco plantas por vaso para posterior seleção por desbaste, em recipientes de polipropileno virgem, com oito litros de dimensões de 48 cm de comprimento, 16 cm de largura e 17 cm de altura. Após 15 dias do

transplântio, as plantas foram submetidas à solução nutritiva completa até 120 dias após o transplante, ficando quatro plantas por vaso.

A solução utilizada foi a de Castellane e Araújo (1995), indicada como adequada para o cultivo de mudas de goiabeira, segundo FRANCO e PRADO (2006). A solução nutritiva, em todos os vasos, foi mantida sob aeração constante, pelo uso de um borbulhador acoplado a um compressor de ar. O valor do pH da solução foi monitorado diariamente, com o uso de um peagômetro portátil (Gehaka® modelo PG 1400), e ajustado a $5,5 \pm 0,5$, utilizando-se de solução NaOH ou HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Na mesma ocasião, foi monitorada a condutividade elétrica da solução nutritiva, com um condutivímetro portátil microprocessado (Gehaka® modelo CG220), mantendo-a com valor inferior a $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, conforme indicação de Távora et al. (2001) para o cultivo de mudas de goiabeira. A água utilizada no experimento, na solução e para a reposição da água evapotranspirada, foi a desionizada. A solução nutritiva foi renovada quinzenalmente.

As plantas foram avaliadas, quinzenalmente, no ato de cada coleta, quanto à altura a partir do colo da planta até a extremidade da última folha expandida; ao diâmetro do caule a 5 cm do colo da planta, com o auxílio de um paquímetro digital; à área foliar, com o auxílio de um aparelho integrador de áreas, portátil LI-COR® modelo LI-3100.

Nas coletas, as plantas foram divididas em raízes, caules e folhas. Após a coleta, o material vegetal foi lavado em água desionizada e seco em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65\text{-}70 \text{ }^\circ\text{C}$, até atingir massa constante. Em seguida, foi obtida a massa seca das folhas, dos caules e das raízes. Estes materiais foram moídos e armazenados para a determinação das concentrações de macro e micronutrientes no tecido vegetal, seguindo a método descrito por BATAGLIA et al. (1983). A partir da concentração dos nutrientes e da massa seca, calculou-se o acúmulo de nutrientes nos diferentes órgãos das plantas. Em todos os resultados, foram realizadas análises de variância (teste F) para as diversas características estudadas e a regressão para o tempo de cultivo (SAS INSTITUTE, 1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos do tempo de cultivo nas variáveis de crescimento

Para todas as variáveis de crescimento, área foliar e altura observaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) em função dos tratamentos. Para altura das

plantas houve comportamento sigmóide e a área foliar tendência linear (Figura 1). Franco (2006) também relatou incremento linear da área foliar ao longo do cultivo de mudas de goiaba nas cultivares Paluma e Século XXI.

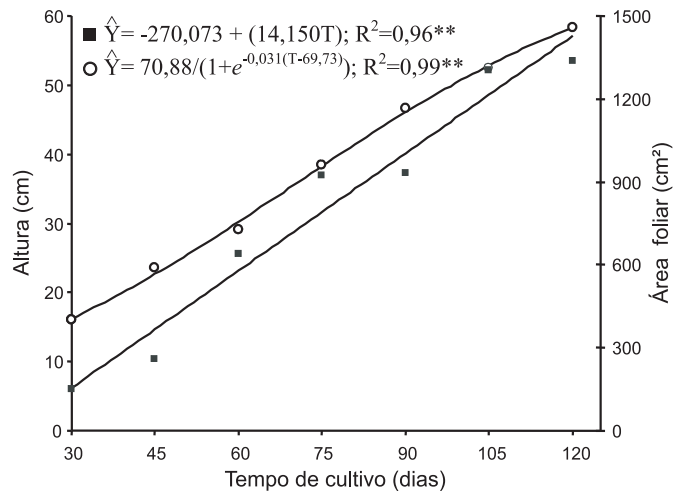


Figura 1. Área foliar (■) e altura (○) de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' em função do tempo de cultivo. (Média de quatro plantas). ** - Significativo pelo teste F ($p < 0,01$).

O incremento na área foliar das mudas refletiu no diâmetro do caule, tendo incremento com ajuste sigmóide (Figura 2). À exceção da área foliar, as curvas de crescimento tipo sigmóide tiveram o mesmo comportamento evidenciado por FAYAD et al. (2002) para o tomateiro e por FAVORETTO (2005) na cultura da batata. A curva sigmóide retrata melhor o crescimento das plantas em geral, pois retrata um crescimento lento na fase inicial e em seguida uma fase de crescimento intenso.

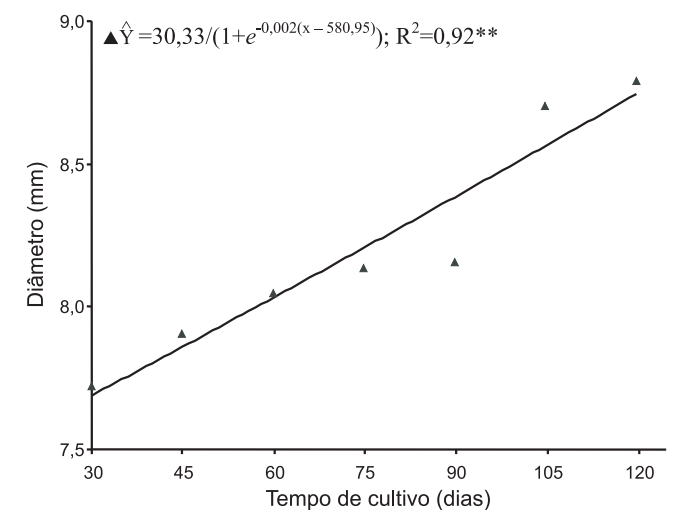


Figura 2. Diâmetro do caule de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' em função do tempo de cultivo. (Média de quatro plantas). ** - Significativo pelo teste F ($p < 0,01$).

Esse incremento na área foliar das mudas (Figura 1) pode ser explicado pelo acúmulo linear da massa seca das folhas (Figura 3). Pode-se observar, também, que o aumento significativo dos parâmetros avaliados ocorreu já a partir da primeira avaliação, mostrando, assim, a adequada distribuição das coletas e o crescimento vigoroso das plantas.

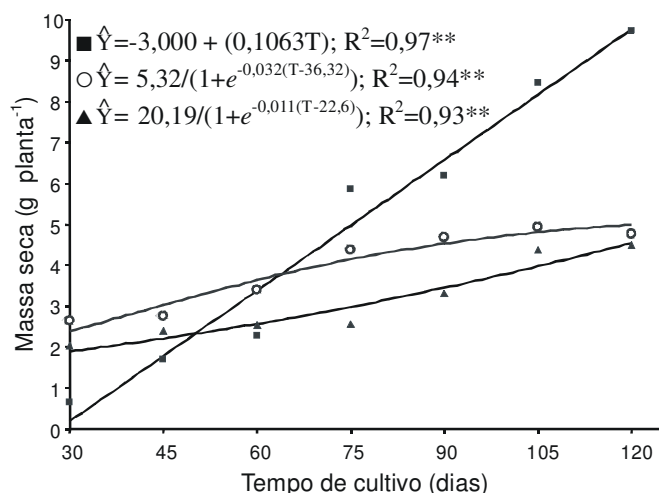


Figura 3. Acúmulo de massa seca nas folhas (■), caule (▲) e raízes (○) de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' em função do tempo de cultivo. (Média de quatro plantas). ** - Significativo pelo teste F ($p < 0,01$).

Observou-se, ainda, que as mudas de goiabeira atingiram metade do crescimento em altura e área foliar nos períodos de 70 e 60 dias, respectivamente, ou seja, em média, na metade do tempo decorrente do experimento (Figura 1). BARBOSA et al. (2003) observaram que as mudas de gravioleira acumularam metade da massa seca total aos 141 dias, e o restante até 195 dias. Essa diferença ocorre pelo fato das espécies de frutíferas serem distintas.

Na partição da muda, nas variáveis de massa seca estudadas, observaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$). E em função do tempo de cultivo, observou-se, ajuste sigmóide no acúmulo de massa seca das raízes e do caule, entretanto, para as folhas, o melhor ajuste ocorreu com a equação linear (Figura 3).

Esse crescimento vigoroso das mudas de goiabeira, durante o período de manejo, concorda com BARBOSA et al. (2003), que observaram o mesmo comportamento no acúmulo de massa seca em mudas de gravioleira cultivadas em vaso. CUNHA (1979), na cultura do mamoeiro, também evidenciou comportamento semelhante para o acúmulo de massa seca da parte aérea ao longo do cultivo, em condições de campo. Esse acúmulo vigoroso de massa seca (linear) ao longo do cultivo é mais comum em plantas

cultivadas por propagação vegetativa, como a maioria das plantas frutíferas.

Observou-se nas folhas, pelo ajuste do modelo linear para a produção de massa seca, maior coeficiente angular, seguido da maior taxa de crescimento pelas raízes e pelo caule (Figura 3).

A massa seca das folhas representou mais da metade do total de massa seca acumulada pela planta (folhas: 51%; raízes: 25% e caule: 24%), no período experimental, distando, dessa maneira, a tendência do ajuste linear para o acúmulo da planta inteira. Com isso, evidenciou-se crescimento vigoroso das mudas de goiabeira cultivar 'Pedro Sato', discordando de outras plantas em fase de produção de mudas, como eucalipto (SILVEIRA et al., 2003), gravioleiras (BARBOSA et al., 2003) e urucum (BASTOS et al., 1999) nas quais não houve acúmulo de massa seca com ajuste linear.

Embora na literatura a curva de crescimento das plantas seja amplamente relatada como sigmóide, a exemplo da cultura do arroz (ALVAREZ, 2003), no presente trabalho, as folhas das mudas de goiabeira cultivar Pedro Sato ajustaram-se ao modelo linear e o caule e raízes, ao modelo sigmóide (Figura 3). Esse processo pode ser justificado, pelo fato de as plantas serem originárias de estacas herbáceas (50 dias após o início do enraizamento), sendo estudada apenas a fase inicial do desenvolvimento vegetativo.

É oportuno acrescentar que esse maior acúmulo da biomassa no órgão folha, também foi observado em outras plantas na fase de mudas, como em goiabeiras Século XXI e Paluma (FRANCO e PRADO, 2006), em gravioleira (BARBOSA et al., 2003) e em eucalipto (SILVEIRA et al., 2003). Este fato ocorreu, provavelmente, porque os drenos de assimilados-referência foram as folhas, resultando em maior acúmulo de massa seca, visto que nas raízes e no caule não houve alta capacidade mobilizadora de assimilados. Nesta fase de desenvolvimento inicial da goiabeira, a mesma investe mais na produção de biomassa das folhas, possivelmente para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética com reflexo na biomassa da planta inteira, visto que HAYNES (1980) relatou a alta correlação do índice de área foliar e a produção de massa seca.

Efeitos do tempo de cultivo nas variáveis de acúmulo de macro e micronutrientes

Com o tempo de cultivo, ocorreram diferenças no acúmulo de macro e micronutrientes das folhas, do caule, das raízes e da planta inteira, sendo os maiores acúmulos observados no fim do período experimental (120 dias) para todas as variáveis estudadas, à exceção do acúmulo de Mg nas raízes, com o máximo acúmulo entre 75 e 90 dias (Figura 4).

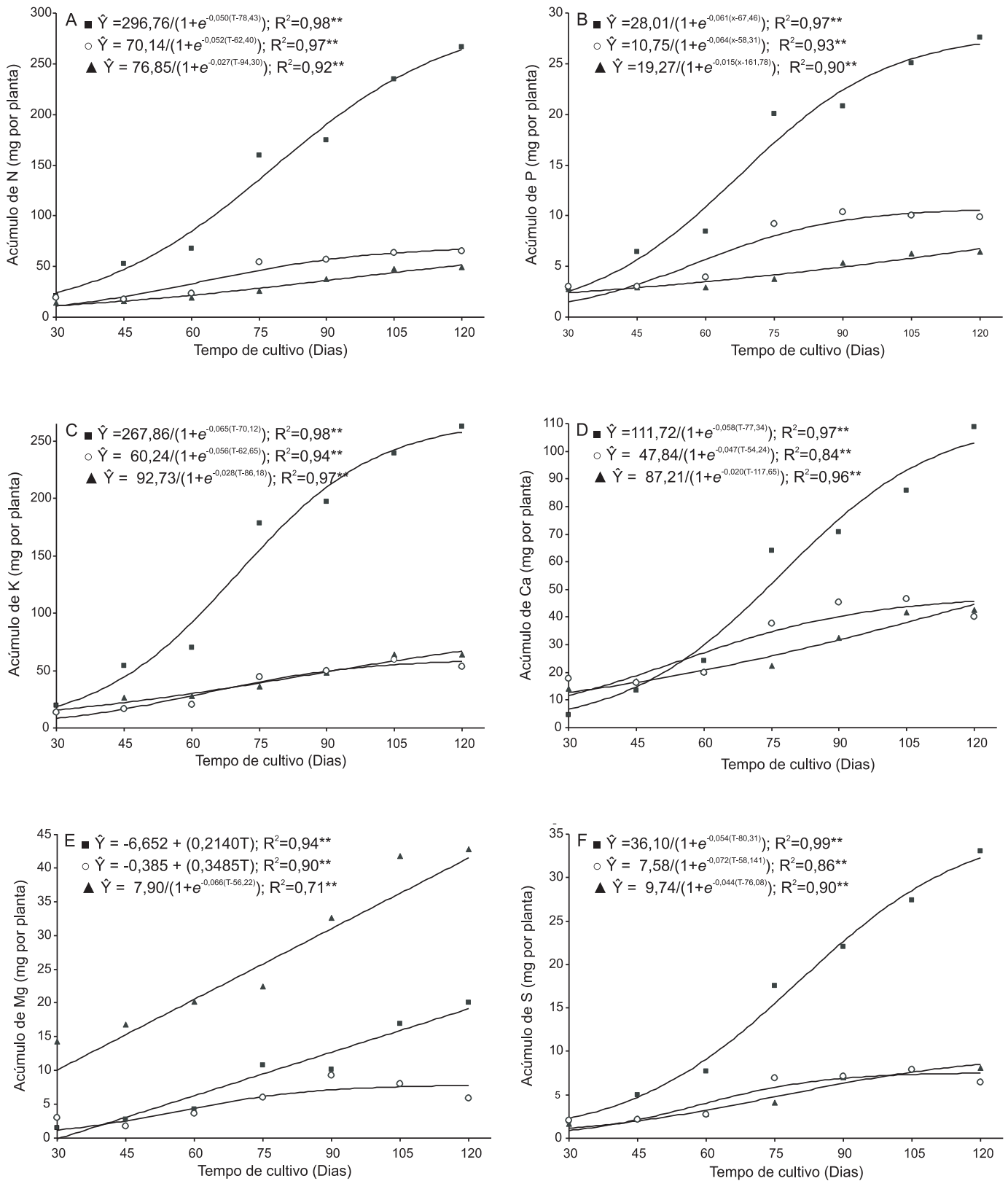


Figura 4. Acúmulo de macronutrientes em folhas(■), caule (▲) e raízes (○), de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' em função do tempo de cultivo. (Média de quatro plantas). ** - Significativo pelo teste F (p<0,01).

Somente o acúmulo foliar e caulinar de Mg e o acúmulo radicular de Mn tiveram ajuste linear. Para os demais nutrientes, houve ajuste sigmóide para o acúmulo foliar, caulinar e radicular de todos os macronutrientes (Figura 4). Nota-se que a absorção de Mg e Mn pelas mudas de goiabeira Pedro Sato é mais rápida que a absorção dos demais nutrientes, o que poderia implicar maior exigência desses dois nutrientes desde o início do crescimento das mudas.

Neste trabalho, aos 120 dias, foram observados os seguintes valores para o acúmulo de macronutrientes das folhas, em mg por planta: N=226; P=28; K=263; Ca=109; Mg=20; S=33, do caule: N=49; P=6; K=64; Ca=42; Mg=7; S=8, e das raízes: N=65; P=10; K=53; Ca=47; Mg=6; S=6. Dessa forma, o acúmulo na planta inteira indicou a seguinte quantidade: 340; 44; 380; 173; 33; 40, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S (Figura 4). Assim, nota-se que a soma total de macronutrientes acumulado por planta foi de 1010 mg, e considerando a massa seca da planta inteira de 18,97 g (Figura 3), os nutrientes acumulados na planta representam 5,3% da massa seca. Este valor está próximo do relatado por HAAG et al. (1981) para culturas em geral (5%) e muito inferior ao revelado por SILVA JÚNIOR et al. (2006) para a cultura do meloeiro (17%).

SALVADOR et al. (1999), estudando a omissão de macronutrientes em plantas de goiabeira, verificaram, no tratamento completo com mudas de propagação via semente, após 135 dias de cultivo hidropônico, os seguintes valores de acúmulo nas folhas, em mg por planta: N=429; P=39; K=361; Ca=293; Mg=81; S=80; no caule: N=117; P=14; K=117; Ca=81; Mg=41; S=39, e nas raízes: N=140; P=17; K=163; Ca=119; Mg=25; S=37. FRANCO (2006), estudando a marcha de absorção em mudas de goiabeira cultivares Paluma e Século XXI, constatou, após 120 dias de cultivo hidropônico, os seguintes valores, na planta inteira, em mg por planta: N=552 e 585; P=64 e 66; K=726 e 696; Ca=293 e 302; Mg=39 e 41; S=73 e 66 respectivamente.

Com o tempo de cultivo, ocorreram diferenças ($p < 0,01$) no acúmulo de micronutrientes nas diferentes partes da planta, tendo sido observado os maiores acúmulos no fim do período experimental (120 dias) para todas as variáveis estudadas, à exceção do acúmulo de Cu nas folhas e caule avaliados, que tiveram o maior acúmulo entre 65 e 75 dias (Figura 5).

Para o presente trabalho, aos 120 dias, foram constatados os seguintes valores para o acúmulo de micronutrientes nas folhas, em mg por planta: B=454; Cu=20; Fe=890; Mn=1075; Zn=204; no caule: B=69; Cu=13; Fe=210; Mn=381; Zn=135, e nas raízes: B=221;

Cu=86; Fe=4014; Mn=695; Zn=228. Dessa forma, o acúmulo na planta inteira resultou nas seguintes quantidades: 743; 118; 5114; 2151 e 566, respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn (Figura 5).

No entanto, FRANCO (2006), cultivando as cultivares Paluma e Século XXI, sob as mesmas condições deste trabalho, observou aos 120 dias de cultivo, os seguintes valores médios para o acúmulo de micronutrientes nas folhas, em mg por planta: B=450; Cu=69; Fe=1830; Mn=1905; Zn=424; no caule: B=131; Cu=41; Fe=435; Mn=525; Zn=186, e nas raízes: B=127; Cu=36; Fe=4554; Mn=950; Zn=269. SALVADOR et al. (1999), após 135 dias de cultivo hidropônico, observaram os seguintes valores nas folhas, em mg por planta: B=1303; Cu=56; Fe=5538; Mn=6819; Zn=1269; no caule: B=473; Cu=79; Fe=1510; Mn=7769; Zn=877; e nas raízes: B=513; Cu=109; Fe=1495; Mn=6610; Zn=1153.

Salienta-se que, para esta pesquisa, o acúmulo de Zn nas raízes e na parte aérea foi de 228 e 339 mg planta⁻¹ respectivamente, enquanto NATALE et al. (2002) observaram que a maior produção de massa seca em mudas de goiabeira cultivar Paluma, cultivadas por 135 dias em vaso com solo, foi atingida com um acúmulo de Zn nas raízes e na parte aérea de 233 e 381 mg planta⁻¹ no entanto, essas pequenas diferenças devem-se à maior produção de massa seca obtida na parte aérea do presente estudo, bem como a diferença entre as cultivares.

Acrescenta-se, ainda, que FRANCO (2006), verificou em mudas de goiabeira cv. Paluma, acúmulo de 632; 134; 8103; 3052 e 760 mg planta⁻¹ para B, Cu, Fe, Mn e Zn, enquanto para a cultivar Século XXI : 783; 158; 5534; 3709 e 997 mg planta⁻¹ para B, Cu, Fe, Mn e Zn respectivamente. Tais diferenças podem ser decorrentes das diferenças no material genético utilizado, já que a concentração de nutrientes na solução nutritiva e o tempo de cultivo foram iguais.

Salienta-se, ainda, que a parte aérea (folhas e caule) das mudas acumulou 34 mg planta⁻¹ de P (Figura 4), enquanto CORRÊA et al. (2003) observaram que um acúmulo de 32 mg planta⁻¹ de P proporcionou maior incremento de massa seca (24 g por planta). Segundo MARTINEZ (2002), no entanto, essas diferenças decorrem, provavelmente, ao cultivo hidropônico possuir uma concentração mais elevada de P em relação ao solo. Essa proposição é confirmada também por FRANCO (2006) que, em cultivo hidropônico de mudas de goiabeira, observou acúmulo de 58 mg planta⁻¹ de P, o qual promoveu incremento de 14 g de massa seca na parte aérea de mudas de goiabeira.

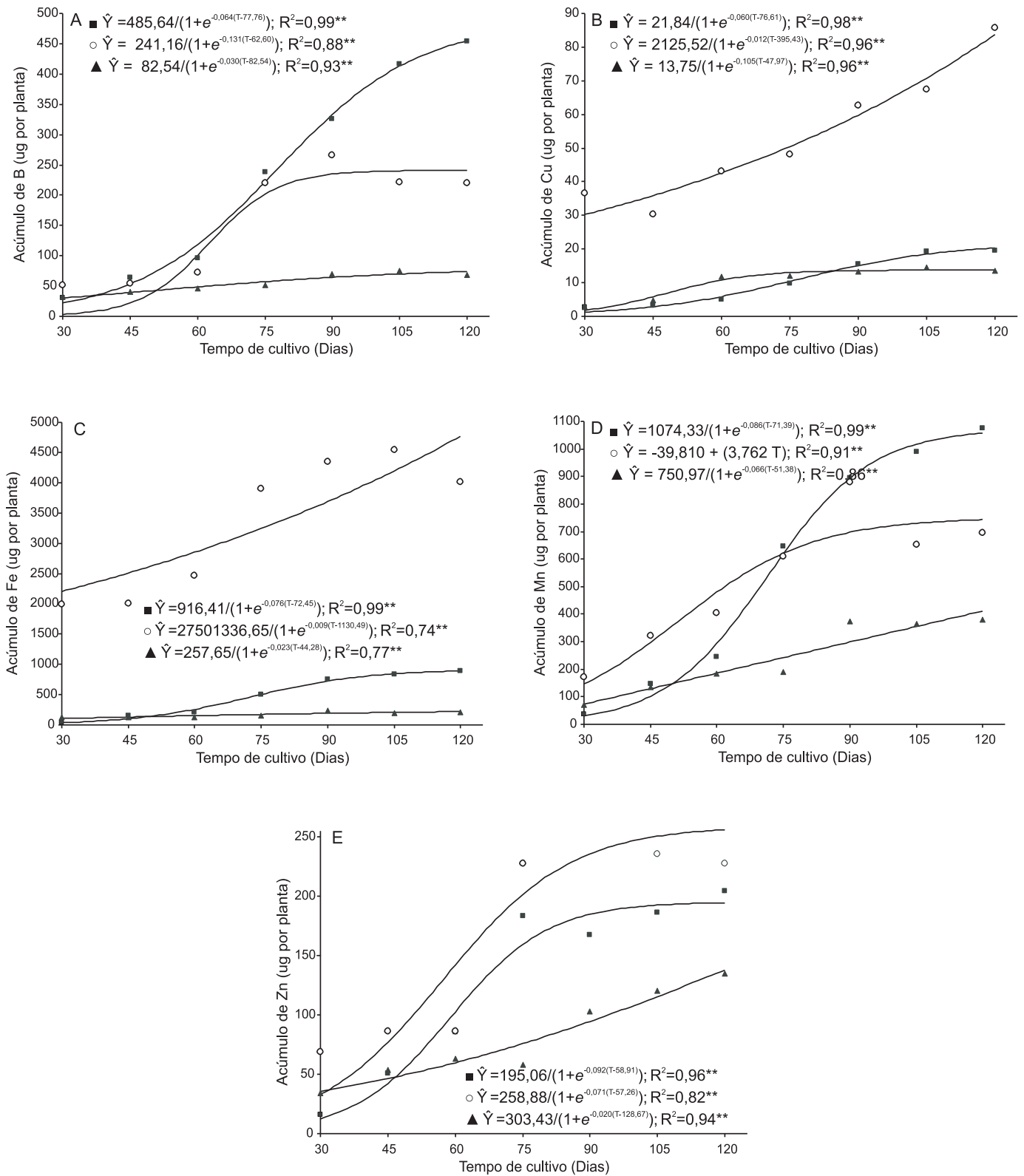


Figura 5. Acúmulo de micronutrientes em folhas(■), caule (▲) e raízes (○), de mudas de goiabeira 'Pedro Sato' em função do tempo de cultivo. (Média de quatro plantas). ** - Significativo pelo teste F (p<0,01).

Observou-se, que o acúmulo de P nas raízes da cultivar Pedro Sato, ajustou-se ao modelo sigmóide, atingindo 10 mg planta⁻¹ (Figura 3b). FRANCO (2006), trabalhando com mudas de goiabeira cultivada em solução nutritiva, constatou acúmulo de P próximo ao do presente trabalho (8 mg planta⁻¹); entretanto, CORRÊA et al. (2003) evidenciaram um acúmulo inferior de P na raiz de plantas de goiabeira (5 mg planta⁻¹).

Essas diferenças possivelmente devem-se ao fato de CORRÊA et al. (2003) ter trabalhado com solo, onde se constatam as altas taxas de adsorção do P, portanto, pequena fração do P total está na solução do solo (0,1%) (FARDEAU, 1996) diferentemente da solução nutritiva.

As mudas da goiabeira, cv. Pedro Sato, proporcionaram também acúmulo de macronutrientes, na planta inteira, na seguinte quantidade: 380; 340; 198; 48; 44 e 33 mg planta⁻¹ para K, N, Ca, S, P e Mg (Dados não apresentados). Portanto, nota-se que o acúmulo de macro e micronutrientes pelas mudas de goiabeira cv. Pedro Sato obedeceu à seguinte seqüência: K>N>Ca>S>P>Mg>Fe>Mn>B>Zn>Cu. Essa ordem de acúmulo de nutrientes segue a mesma verificada por FRANCO (2006), no mesmo sistema de cultivo para as cultivares Paluma e Século XXI. No entanto difere da apresentada por SALVADOR et al. (1999), que observaram um acúmulo de 683, 641, 493, 156, 147 e 70, respectivamente, para N, K, Ca, S, Mg e P, em goiabeiras cultivadas em vasos com areia submetidos à aplicação de solução nutritiva.

De modo geral, a quantidade de macronutrientes acumulada está abaixo das constatadas por SALVADOR et al. (1999) e FRANCO (2006) em plantas de goiaba cultivada com emprego de solução nutritiva; no entanto, tais diferenças podem ser explicadas pela diferença de material genético utilizado. Essas diferenças do material genético na nutrição das plantas, é atribuída por MARSCHNER (1995) aos parâmetros cinéticos de absorção dos nutrientes, que são específicos a cada espécie ou cultivar, e que por sua vez afetam às características morfológicas e fisiológicas das plantas.

Observou-se que o acúmulo médio de macronutrientes pelas mudas de goiabeira está concentrado nas folhas com 65% e o restante nas raízes (18%) e no caule (17%) (Figura 4). Resultados semelhantes foram observados por SALVADOR et al. (1999) com o tratamento completo de nutrientes em mudas de goiabeira originária de sementes, os quais constataram acúmulos de nutrientes próximos de 60% nas folhas, 20% no caule e 20% nas raízes. No entanto, Franco (2006) observou, em mudas de goiabeira cv. Paluma e cv. Século XXI, maior acúmulo médio de macronutrientes nas folhas (70%) e menor

nas raízes (10%); o conteúdo médio no caule se manteve em 20%.

Para os micronutrientes, o maior acúmulo de B, Cu, Mn e Zn foi nas folhas, ao passo que o Fe foi maior nas raízes das mudas de goiabeira cv. Pedro Sato (Figura 5). Resultados semelhantes foram relatados por Franco (2006) e diferente foi revelado por Salvador et al. (1999) com relação ao Cu e Mn que houve maior concentração na raiz e no caule da goiabeira respectivamente. Essas diferenças se devem ao material genético e ao tempo de cultivo distintos. Em plantas adultas de frutíferas, a exemplo dos citros, os macronutrientes estão mais concentrados nos frutos e nas raízes em detrimento das folhas e caule (MATTOS JÚNIOR. et al., 2003).

4. CONCLUSÕES

1. As mudas de goiabeira proporcionaram o acúmulo de biomassa de folha em relação ao caule e à raiz.

2. Constatou-se alta absorção de nutrientes, em mudas de goiabeira, no período de 60 a 90 dias após o transplântio. O acúmulo de nutrientes das mudas de goiabeira (planta inteira) foi de 340, 44, 380, 173, 33 e 40 mg planta⁻¹, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg, S, e de 743, 118, 5.114, 2.151, 566 mg planta⁻¹, respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio à Pesquisa (Processo 2003/11649-6).

REFERÊNCIAS

- ACCORSI, W.R.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.A.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. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.17, p.3-13, 1960.
- ALVAREZ, R.C.F. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (¹⁵N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2003, 87p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Botucatu.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓTOMO, L.A. Crescimento de nutrientes por mudas de gravioleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 519-522, 2003.

- BASTOS, A.R.R.; CARVALHO, J.G.; ASSIS, R.P.; CECÍLIO FILHO, A.B. Marcha de absorção de nutrientes em urucum (*Bixa orellana* L.) "tipo cultivado" piave vermelha em fase de viveiro. *Cerne*, v.5, n.2, p.76-85, 1999.
- 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 Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BLEASDALE, J. K. A. A planta em estado vegetativo. In: **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1977. cap.3, p. 65-106.
- 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. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.164-169, 2003.
- CUNHA, R.J.P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiência de macro-nutrientes e do boro em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 1979. 131p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba.
- FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. *Fertilizer Research*, Dordrecht, v.45, p.91-100, 1996.
- FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv. Atlantic**. 2005. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba.
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.1, p.90-94, 2002.
- FRANCO, C.F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI**. 2006. 69p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.
- FRANCO, C.F.; PRADO, R.M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes, *Acta Scientiarum*, Maringá, v.28, n.2, p.199-205, 2006.
- HAAG, P.H.; OLIVEIRA, G. D. de; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. **Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) destinado ao processamento industrial**. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Cargill, 1981. p.447-474.
- HAYNES, R.J. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.33, p.227-261, 1980.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61p. (Caderno didáticos)
- MATTOS JÚNIOR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K. Nutrient content of biomass components of hamlin sweet orange tress. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.60, n.1, p. 155-160, 2003.
- NATALE, W.; PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; SILVA, M.A.C.; PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n.3, p. 770-773, 2002.
- PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Melhoramento da goiabeira. In: ROZANE, D.E.; COUTO, F.A.D'A (Ed.). **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Viçosa: UFV, 2003. p.53-78.
- PRADO, R.M. **Efeito da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira**. 2003. 68p. Tese (Doutorado) - FCAV/UNESP, Jaboticabal.
- 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.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 536-542, 2002.
- PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil. 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003. 273 p.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56,n.2,p.501-507,1999.
- SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows: release 6.11** (software). Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996.
- SILVA JUNIOR, M.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.H.T.; DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro "pele-de-sapo". *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.2,p.364-368, 2006.
- 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. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.64, p.136-149, 2003.
- TÁVORA, 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. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.2, p.441- 446, 2001.