

## Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de maracujazeiro-amarelo em substratos orgânico e comercial e adubação nitrogenada

Mirielle de O. Almeida<sup>1</sup>, Maria do C. M. Cruz<sup>2</sup>, Guilherme D. M. de Castro<sup>2</sup> & Miriã C. P. Fagundes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Campus Universitário, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil. Caixa Postal 3037. E-mail: mirioliveiralmeida@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Juscelino Kubitschek, Faculdade de Ciências Agrárias/Agronomia, Rodovia MGT 367- Km 583, 5.000, Alto da Jacuba, CEP 39100-000, Diamantina-MG, Brasil: E-mail: m\_mariceu@yahoo.com.br; dumba12@hotmail.com; miria.agro@yahoo.com.br

### RESUMO

O método convencional para a produção de mudas em recipientes utiliza substratos preparados, acrescidos de adubação complementar. Desta forma, a formulação adequada do substrato pode reduzir a necessidade de adubações suplementares. O trabalho foi realizado com o objetivo de se avaliar o crescimento e a absorção de nutrientes por mudas de maracujazeiro amarelo em substratos orgânico e comercial, com e sem adubação nitrogenada. Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro substratos: composto de resíduo da indústria têxtil e solo na proporção 1:1 (v/v), composto de resíduo da indústria têxtil e solo na proporção 2:1 (v/v), terra e esterco na proporção 2:1 (v/v) e um substrato comercial Bioplant® e dois níveis de adubação complementar, com e sem nitrogênio, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e 10 plantas por parcela. A avaliação do tamanho das mudas e os teores de nutrientes na massa seca foram feitos aos 50 dias após a emergência enquanto os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. O substrato formulado com esterco proporcionou a formação de mudas de maracujazeiro com maior tamanho e teores de nutrientes. A produção de mudas de maracujazeiro pode ser feita utilizando o substrato formulado com 25% de esterco sem a necessidade de adubação complementar. Para utilizar o substrato comercial Bioplant® para a produção de mudas de maracujazeiro é necessária a adubação suplementar. A formulação de substratos com o composto da indústria têxtil deve ser em proporção menor que 50% considerando-se os teores de K para atender à demanda nutricional das mudas de maracujazeiro-amarelo.

**Palavras-chave:** estado nutricional, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., propagação

### *Growth and nutrient uptake by yellow passion fruit seedlings produced in organic and commercial substrates and nitrogen fertilization*

### ABSTRACT

The conventional method for producing seedlings in containers uses substrates prepared with additional fertilizers. Thus, a suitable formulation of the substrate can reduce the need for supplementary fertilization. The study was carried out with the aim to evaluate the growth and nutrient absorption by seedlings of yellow passion fruit in organic commercial substrates with and without nitrogen fertilization. The factorial scheme 4 x 2 was used, with four substrates consisting of mixture of textile waste and soil in a ratio of 1:1 (v/v), textile waste and soil in the proportion 2:1 (v/v), earth and manure in the proportion 2:1 (v/v), and a commercial substrate Bioplant® and two levels of additional fertilizers, with and without nitrogen, distributed in a completely randomized design with four replications and 10 plants per plot. Evaluation of seedling size and nutrient content in dry mass was done at 50 days after emergence. Data were submitted to analysis of variance and comparison of means by the Scott-Knott grouping at 0.05 error probability. The substrate formulated with manure provided the formation of passion fruit seedlings with larger size and higher nutrient levels. The production of passion fruit seedlings can be made using substrates formulated with 25% manure, without the need for additional fertilizers. To use commercial substrate Bioplant® for the production of passion fruit seedlings the supplemental fertilization is necessary. The substrate formulation with the mixture of the textile industry, the proportion should be less than 50%, considering the contents of K to meet the nutritional demand of yellow passion fruit seedlings.

**Key words:** nutritional status, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., propagation

## Introdução

No sistema atual para a produção de mudas de maracujazeiro a utilização de substratos adequados e a complementação com formulações minerais apresentam, como vantagens, o bom desenvolvimento do sistema radicular e a redução do tempo para a formação das mudas.

O substrato considerado ideal para a produção de mudas é aquele que apresenta pH adequado, boa textura e estrutura, ausência de agentes patogênicos e sementes infestantes, podendo ser de fácil aquisição e transporte e riqueza de nutrientes (Silva et al., 2001). Para isto, tem-se feito a mistura de diferentes componentes para obter um substrato adequado e ainda ocasionar a redução do custo final.

Para a produção de mudas de maracujazeiro, diversos trabalhos evidenciam a necessidade de formulações minerais em diferentes substratos, visando suprir a demanda das plantas (Prado et al., 2004, Almeida et al., 2006). Para isto, são adicionados, aos substratos, nutrientes, geralmente, de forma parcelada provenientes de fontes minerais (Natale et al., 2006) ou orgânicas (Cruz et al., 2008) visando suprir a demanda das plantas.

O fornecimento de nutrientes em quantidades adequadas é fundamental para seu crescimento, especialmente nitrogênio pois sua deficiência compromete o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro e reduz o acúmulo de matéria seca (Natale et al., 2006) devido ao pequeno volume de substrato utilizado, sendo imprescindível a realização de adubações suplementares em cobertura. Assim, a formulação adequada do substrato pode reduzir a necessidade de adubações complementares.

O fornecimento de nutrientes para satisfazer a carência nutricional das mudas é extremamente importante para sua formação, visto que o desequilíbrio pode limitar seu crescimento. Além disso, eleva o custo de produção pelo aumento da utilização de mão-de-obra em decorrência das adubações frequentes para assegurar o crescimento das mudas. Nesse sentido, a utilização de composto de resíduo de indústria têxtil pode apresentar-se como alternativa visando à formulação de substratos ricos em nutrientes e também contribuir para reduzir a poluição do meio ambiente.

Assim, a produção de mudas com elevado vigor e com preço acessível ao produtor, depende do sistema utilizado para sua produção com a utilização de insumos de baixo custo, a exemplo de resíduos industriais e domésticos (Prado & Natale, 2004).

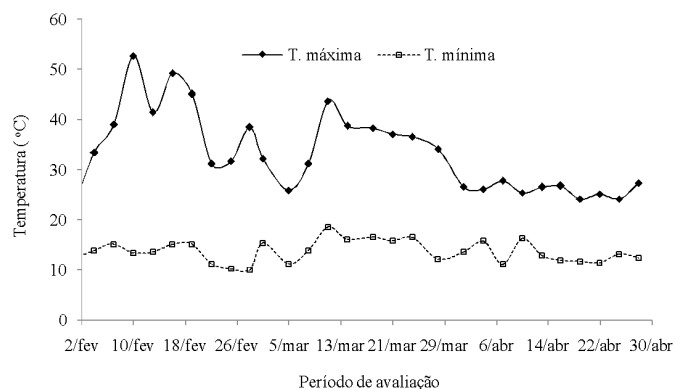
Resultados favoráveis com a utilização do composto produzido com resíduo da indústria têxtil foram constatados na formação de mudas de Copaíba (Dutra et al., 2009) e de amoreira (Martins et al., 2013). Entretanto, a quantidade adequada para suprir a demanda nutricional requerida pelas mudas ainda é desconhecida.

Neste sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento e a absorção de nutrientes em mudas de maracujazeiro-amarelo em substratos orgânicos e comercial com a adubação nitrogenada.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação do Setor de Fruticultura da UFVJM, localizada no município de

Diamantina, Minas Gerais, situado a 18° 14' 56" S e 43° 36' 0" W, no período de fevereiro a abril de 2012. Durante o período, as variações de temperatura foram monitoradas com um termo-higrômetro digital, modelo MT 240 MINIPA, instalado no interior da casa de vegetação (Figura 1).



**Figura 1.** Variações das temperaturas máxima e mínima que ocorreram no interior da casa de vegetação durante o período de formação das mudas de maracujazeiro-amarelo

Foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro substratos e dois níveis de adubação complementar, com e sem nitrogênio, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e dez plantas por parcela.

Os substratos foram preparados com as seguintes formulações: composto de resíduo da indústria têxtil e solo na proporção 1:1 (v/v), composto de resíduo da indústria têxtil e solo na proporção 2:1 (v/v), terra e esterco na proporção 2:1 (v/v) e um substrato comercial Bioplant®, formulados 120 dias antes do plantio.

O solo utilizado para a formulação do substrato foi do tipo Neossolo quartzarênico distrófico com as características químicas: pH em água de 5,9; 1,2 daq kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica; 1,6 mg dm<sup>-3</sup> de P; 22 mg dm<sup>-3</sup> de K; 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,2 cmolc dm<sup>-3</sup> de Mg; 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup> de Al; 3,7 cmolc dm<sup>-3</sup> H+Al, 1,8 cmolc dm<sup>-3</sup> CTC efetiva e 56 % V e o composto de resíduo da indústria têxtil pH em água de 7,88; pH CaCl<sub>2</sub> de 6,87; P de 504 mg dm<sup>-3</sup>; K de 2793 mg dm<sup>-3</sup>; Ca de 8,9 cmol dm<sup>-3</sup> e Mg de 4,2 cmol dm<sup>-3</sup>.

Após a homogeneização das misturas realizou-se o enchimento de sacos de polietileno com capacidade de 650 mL, que foram colocados em casa de vegetação. Em cada saco se semearam duas sementes de maracujazeiro e após a emergência foi efetuado o desbaste deixando-se apenas uma planta por recipiente.

As irrigações foram realizadas diariamente, suficientes para manter a umidade do substrato na capacidade de campo programadas pelo sistema de irrigação automatizado do tipo microaspersão, programado para irrigar três vezes ao dia, às 9, 12 e 17 h, com duração de 10 min cada uma. O manejo da irrigação foi determinado a partir da pesagem dos recipientes com os substratos na capacidade de campo e 24 h após a irrigação, procedimento este repetido durante três dias para calcular o tempo de irrigação a fim de repor a quantidade de água perdida.

Para complementar a adubação, foi feita a adição de 97,5 mg de N por planta aos 10, 20 e 30 dias após a emergência. A

adubação foi baseada na recomendação proposta por Malavolta (1981) que indica a utilização de 300 mg de N dm<sup>3</sup> solo para ensaio em vasos. A adubação foi realizada com sulfato de amônio diluído em água colocando-se 50mL por muda e, o mesmo foi efetuado para a outra metade sem N, adicionando somente água.

Aos 50 dias após a emergência, quando as mudas emitiram a primeira gavinha, estágio ideal para o plantio no campo, foi feita a avaliação em relação ao tamanho e aos teores de nutrientes das mudas. Para determinação do tamanho foram avaliados: a altura, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento do sistema radicular, massa seca da parte aérea e das raízes, área foliar e razão de área foliar. A área foliar foi avaliada seguindo a metodologia de medida de superfície (Benincasa, 2003) e a razão de área foliar (ZAF) foi calculada a partir da área foliar e os dados de massa seca, conforme a equação: [ZAF = (área foliar/massa seca total da planta)].

A determinação da altura da muda foi realizada medindo-se a distância entre o colo e o ápice da muda e utilizando régua graduada em centímetros. Obteve-se o comprimento da raiz medindo a distância entre o colo e a extremidade da raiz. A determinação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular foi obtida após secagem em estufa a 65 °C por aproximadamente 72 h e pesagem em balança analítica.

Para determinar os teores de nutrientes na massa seca foram retiradas amostras foliares de cada tratamento. As amostras foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 65 °C, por 72 h aproximadamente e, posteriormente, trituradas em moinho tipo “Wiley” para serem submetidas à análise química. A determinação dos teores de P e K foi realizada a partir da digestão nítrico-perclórica, obtendo-se extratos para determinação dos teores de P por colorimetria e K e S por fotometria de chama. O N total foi determinado pelo método Kjeldhal, após digestão sulfúrica, de acordo com a descrição de Malavolta et al. (1997). Os teores de Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo agrupamento de Scott-Knott,  $p < 0,05$  de probabilidade de erro.

## Resultados e Discussão

Observou-se interação  $p < 0,05$  entre os tipos de substratos e adubação nitrogenada para todas as características avaliadas. Em relação ao tamanho das mudas, o substrato formulado com solo e esterco (2:1) foi o que proporcionou a formação de mudas com maior altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, comprimento de raiz e produção de massa seca (Tabela 1) apresentando, aos 50 dias após a emergência, tamanho adequado para plantio no campo que, para o maracujazeiro, é a partir de 15 cm, quando as mudas iniciam a emissão da primeira gavinha.

As mudas produzidas neste substrato apresentaram tamanho semelhante ao das mudas que receberam o fornecimento de nitrogênio evidenciando que sem a adubação complementar a sua composição atendeu à necessidade das mudas (Tabela 1). Este resultado é de grande relevância para o viveirista pois a adubação suplementar onera a produção de mudas devido à mão-de-obra e aos gastos com insumos. Já nas mudas produzidas nos substratos comercial (Bioplant®) e com a formulação do composto na proporção 1:1 os melhores resultados foram obtidos com a adubação nitrogenada suplementar.

Esta diferença pode ser atribuída às boas condições do substrato formulado com esterco, passível de ter favorecido a maior disponibilidade de água e nutrientes para as mudas pois em misturas utilizando solo e esterco, o solo atua como retentor de umidade e nutrientes e o esterco como condicionador físico e fornecedor de nutrientes, favorecendo o crescimento das mudas (Negreiros et al., 2004).

A diferença observada em relação ao tamanho das mudas evidenciou que a formulação do substrato com esterco, e do substrato comercial com a adubação suplementar proporcionou a formação de mudas com menor razão de área foliar (Tabela 1). Esta característica é importante para a atividade fotossintética, por representar a área foliar que está sendo utilizada pela planta para a produção de massa seca, índice que foi menor nas mudas produzidas com o substrato formulado com a incorporação de esterco, mesmo sem fazer a adubação complementar e nas mudas do Bioplant® com a adubação nitrogenada, evidenciando maior eficiência fotossintética nessas mudas.

**Tabela 1.** Comparação entre as características de tamanho para a altura, diâmetro, número de folhas, massa seca da parte aérea, área foliar, razão de área foliar, comprimento da raiz e massa seca do sistema radicular em mudas de maracujazeiro-amarelo produzidas em diferentes substratos com e sem a adubação complementar

Substratos	Altura (cm)		Diâmetro (mm)		Nº de folhas		Massa seca parte aérea (g)	
	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N
Bioplant®	9,1Bb	15,6Ab	2,12Bc	2,56Aa	8,4Ab	8,9Aa	0,41Bb	0,75Ab
Solo:esterco (2:1)	16,4Aa	18,4Aa	3,08Aa	2,73Aa	11,4Aa	10,4Aa	1,29Aa	1,41Aa
Composto:solo (1:1)	10,3Bb	14,6Ab	1,83Bc	2,15Ab	7,6Bb	9,6Aa	0,31Bb	0,67Ab
Composto: solo (2:1)	6,2Bc	10,3Ac	1,59Ad	1,71Ac	6,9Ab	7,1Ab	0,14Bc	0,31Ac
C.V (%)	12,5		8,3		8,8		16,3	
	Área foliar (cm <sup>2</sup> )		Razão de área foliar (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		Comprimento de raiz (cm)		Massa seca de raiz (g)	
Bioplant®	12,8Bb	35,7Aa	34,7Aa	16,5Bb	24,6Ba	24,9Aa	0,35Ab	0,31Aa
Solo:esterco (2:1)	29,6Aa	37,1Aa	20,7Ab	15,5Ab	27,2Aa	26,2Aa	0,61Aa	0,40Ba
Composto:solo (1:1)	9,7Bb	24,9Ab	29,2Aa	19,0Ba	17,5Bb	21,2Ab	0,22Ac	0,18Ab
Composto: solo (2:1)	4,9Bc	12,8Ac	32,7Aa	22,2Ba	13,3Bc	17,3Ac	0,08Ac	0,09Ab
C.V (%)	25,6		15,6		9,2		28,1	

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de F e médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo agrupamento de Scott-Knott, para cada variável,  $p < 0,05$  de probabilidade de erro.

As mudas que tiveram maior crescimento, cultivadas no substrato com solo e esterco, foram as que apresentaram os maiores teores N e P na massa seca; para o P exceção foi verificada nas mudas que receberam a adubação nitrogenada (Tabela 2). Nesta formulação os teores de N estavam na faixa considerada adequada para o maracujazeiro entre 47,5 - 52,5 g kg<sup>-1</sup> (IFA, 1992). Este resultado demonstra que a incorporação de esterco na proporção utilizada neste trabalho favoreceu a disponibilidade de N, principal responsável pelo crescimento vegetativo; além disto, o substrato se destacou como boa fonte de P, pois as mudas produzidas estavam com teores acima dos níveis considerados apropriados para o maracujazeiro, de 2,5 a 3,5 g kg<sup>-1</sup> (IFA, 1992).

Já nas mudas produzidas nos substratos Bioplant® e com a formulação do composto na proporção 1:1 os melhores resultados foram obtidos com a adubação nitrogenada complementar (Tabela 2). A deficiência de nitrogênio nas mudas de maracujazeiro compromete o crescimento da planta e reduz o acúmulo de matéria seca. Resultados positivos foram observados por Natale et al. (2006) quanto ao efeito do N no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro.

Os resultados obtidos indicaram que as mudas de maracujazeiro produzidas no substrato com esterco, apresentam desenvolvimento semelhante aos dos trabalhos com adubação mineral (Prado et al., 2004; Almeida et al., 2006; Natale et al., 2006) e orgânica (Cruz et al., 2008). Isso demonstra a possibilidade de utilizar a formulação como substrato para a produção de mudas oferecendo uma alternativa para os produtores pelo aspecto econômico e pela qualidade da muda produzida.

Em relação ao K, os maiores teores foram observados nas mudas cultivadas com os substratos formulados com o composto de resíduo da indústria têxtil, com e sem a adubação suplementar (Tabela 2). Embora as mudas cultivadas nos diferentes substratos estivessem com teores acima da faixa considerada adequada para o maracujazeiro, de 20,0 a 25,0 g kg<sup>-1</sup>, os maiores teores de K verificados nas mudas produzidas nos substratos formulados com o composto se devem à elevada quantidade do elemento na composição do substrato e ao menor crescimento das mudas nesse substrato. Visto que o K está entre os nutrientes mais requeridos sendo a resposta das

plantas à adubação mais dependente da interação entre o N e o K, que do nutriente isolado (Malavolta et al., 1997).

Referido resultado evidencia que a formulação de substratos com o composto de resíduo da indústria deve considerar a composição do material para definir sua proporção adequada, tendo em vista os maiores teores de K observados nas mudas produzidas nos substratos formulados com o composto.

Quanto ao S, verificaram-se os maiores teores nas mudas dos substratos formulado com esterco e o Bioplant sem a adubação complementar, com valores dentro da faixa considerada adequada para o maracujazeiro (2,0 - 4,0 g kg<sup>-1</sup>). Nos substratos orgânicos, os teores foliares foram maiores quando foi feita a adubação complementar, devido ao sulfato de amônio utilizado como fonte de nitrogênio (Tabela 1). Os teores de Ca e Mg estavam abaixo da faixa ideal em todos os substratos avaliados em que, para o maracujazeiro, a faixa adequada de Ca é entre 5,0 a 15,0 g kg<sup>-1</sup> e Mg entre 2,0 e 3,5 g kg<sup>-1</sup> (IFA, 1992). O resultado pode ser atribuído à utilização, pelas mudas, de maior tamanho produzidas nos substratos formulado com esterco e no comercial e aos elevados teores de potássio presentes no composto de resíduo da indústria têxtil que, possivelmente, contribuíram para o acúmulo deste elemento na massa seca das mudas de maracujazeiro, uma vez que, o potássio apresenta interação na absorção desses nutrientes. Além do K, o excesso de N também influencia a absorção de Ca, sendo observados maiores teores de cálcio quando não se aplicou N (Naraguma & Clark, 1998).

Apesar dos baixos teores de Ca e Mg observados, as mudas não chegaram a apresentar sintomas de deficiência, como o encarquilhamento, deformação e necrose nas bordas das folhas novas e queda de folhas em decorrência da deficiência de Ca e nas folhas velhas clorose internerval, com uma faixa estreita de tecido verde ao longo das nervuras e folhas amarelas, com parte das margens necrosada pela deficiência de Mg conforme observado por Freitas et al. (2011).

Neste trabalho, a absorção de nutrientes, como o Ca e Mg nas mudas dos substratos formulados com o resíduo da indústria têxtil, pode ter sido influenciada pelo o elevado teor de potássio, conforme observado por Oliveira et al. (2001). O fato se explica em virtude de o aumento do K disponível no substrato intensificar o efeito competitivo sobre a absorção

**Tabela 2.** Comparação entre os teores de macronutrientes em folhas de maracujazeiro amarelo produzidas em diferentes substratos com e sem a adubação complementar

Substratos	N		P		K	
	(g kg <sup>-1</sup> )					
	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N
Bioplant®	26,0Bb	51,0Aa	2,54Ab	3,59Aa	37,4Ab	43,8Ab
Solo:esterco (2:1)	48,8Ba	52,0Aa	4,03Aa	2,23Bb	32,6Ab	33,3Ac
Composto:solo (1:1)	24,1Bc	48,3Ab	2,16Bb	3,16Aa	48,4Aa	51,3Aa
Composto: solo (2:1)	21,3Bd	42,0Ac	2,49Ab	3,35Aa	55,1Aa	54,6Aa
CV (%)	3,04		9,41		11,07	
	S		Ca		Mg	
	(g kg <sup>-1</sup> )					
Bioplant®	4,0Aa	3,68Ab	2,50Ba	3,35Aa	1,18Aa	1,28Aa
Solo:esterco (2:1)	2,12Bb	7,57Aa	2,75Ba	3,50Aa	1,13Aa	1,01Ab
Composto:solo (1:1)	1,25Bc	6,44Aa	2,58Aa	2,69Ab	1,24Aa	1,08Ab
Composto: solo (2:1)	1,08Bc	3,47Ab	2,54Aa	1,83Bc	1,27Aa	0,88Bb
CV (%)	11,19		10,01		11,13	

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de F e médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo agrupamento de Scott-Knott, para cada variável, p < 0,05 de probabilidade de erro.

**Tabela 3.** Comparação entre o tipo de substrato utilizado e a adubação nitrogenada para os teores de micronutrientes em folhas de maracujazeiro produzidas em diferentes substratos

Substratos	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	(mg kg <sup>-1</sup> )									
	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N	sem N	com N
Bioplant®	21,88Bb	29,78Ab	9,41Aa	6,66Ba	197,74Ab	263,41Ab	10,06Ac	8,25Aa	66,06Aa	55,87Ba
Solo:esterco (2:1)	43,38Ba	56,1Aa	9,41Aa	4,55Bb	198,21Ab	214,72Ac	33,80Aa	7,93Ba	52,56Ab	46,88Aa
Composto:solo (1:1)	16,84 Ac	15,2Ac	9,97Aa	4,70Bb	217,98Ab	177,84Ac	7,64Ad	4,35Ab	38,71Ac	33,74Ab
Composto: solo (2:1)	15,53Ac	15,61Ac	8,23Ab	4,17Bb	242,92Ba	423,97Aa	13,67Ab	4,25Bb	48,27Ab	20,58Bc
C.V (%)	13,68		9,85		11,78		13,6		14,84	

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de F e médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo agrupamento de Scott-Knott, para cada variável,  $p < 0,05$  de probabilidade de erro.

do Ca e do Mg uma vez que, durante o processo de absorção radicular, esses nutrientes utilizam os mesmos sítios de adsorção (Malavolta et al., 1997). Esses autores afirmam, ainda, que o excesso de adubação potássica pode inibir mais acentuadamente o crescimento das plantas que a carência de K, o que pode estar associado ao desbalanço catiônico em relação ao cálcio e magnésio, provocado pela absorção de luxo do potássio, o que pode ter ocorrido neste trabalho.

Em relação aos micronutrientes, observou-se que os teores de B estavam abaixo de 25 e 100 mg kg<sup>-1</sup>, o Mn abaixo 50 e 200 mg kg<sup>-1</sup> e o Zn menor que 45 e 80 mg kg<sup>-1</sup>, independente da adubação complementar, de Cu com adubação nitrogenada menores que 5 e 20 mg kg<sup>-1</sup> e o Fe acima de 100 e 200 mg kg<sup>-1</sup> nas mudas produzidas nos substratos formulados com composto de indústria têxtil (Tabela 3).

Tal comportamento pode ter ocorrido em função dos elevados teores de K (Tabela 2), como já evidenciado em outras espécies em que o aumento nas concentrações de K causou decréscimo nos teores de micronutrientes, como o Zn (Spiers, 1993), o que pode ter influenciado o menor tamanho observado nessas mudas (Tabela 1). A interferência no crescimento e no acúmulo de nutrientes de mudas de maracujazeiro em função das doses elevadas de K, também foi verificada por Prado et al. (2004).

O pH do composto (7,88) pode ter contribuído para o desbalanço nutricional observado. Visto que o pH do meio de cultivo exerce grande influência na disponibilidade dos micronutrientes. O baixo teor de micronutrientes pode provocar problemas no crescimento das plantas.

Antagonismo pode ter ocorrido em decorrência da quantidade de P no substrato com composto de indústria têxtil, inibindo a absorção do micronutriente, o que pode ter influenciado no menor crescimento dessas mudas. A interação P-Zn constitui um exemplo clássico da interferência de um elemento sobre o outro, a qual é descrita na literatura como 'deficiência de Zn induzida pelo fósforo' (Carneiro et al., 2008). A inibição não competitiva da absorção de Zn pelo P (Malavolta et al., 1997) poderi explicar os baixos teores de Zn nas folhas.

Os resultados observados neste trabalho demonstram que a formulação dos substratos com resíduos orgânicos fornece nutrientes para a formação das mudas de maracujazeiro, o que pode ser interessante para o viveirista, por minimizar os custos de produção devido à menor necessidade de adubação complementar. Os substratos formulados com misturas de substâncias orgânicas contribuem para manter a umidade, o que beneficia a absorção dos nutrientes em razão da melhoria

das propriedades físicas (Silva, 2008). Entretanto, é necessário adequar o substrato em relação aos nutrientes com o intuito de fornecer todos os nutrientes em níveis adequados para a formação das mudas.

A necessidade de adequação da formulação do substrato proveniente do composto produzido com resíduo da indústria têxtil, também foi apontada por Martins et al. (2013) evidenciando que pode ser uma alternativa viável utilizar pequenas proporções do composto na composição do substrato.

## Conclusões

A produção de mudas de maracujazeiro pode ser feita utilizando-se substratos formulados com 25% de esterco sem a necessidade de adubação complementar nitrogenada.

Para utilizar substrato comercial para a produção de mudas de maracujazeiro é conveniente fazer a complementação da adubação nitrogenada.

A formulação de substratos com o composto da indústria têxtil deve ser em proporção menor que 50%, considerando-se os teores de K para atender à demanda nutricional das mudas de maracujazeiro amarelo.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela concessão de bolsas de estudo.

## Literatura Citada

- Almeida, E. V.; Natale, W.; Prado, R. M.; Barbosa, J.C. Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1138-1142, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000400015>>.
- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- Carneiro, L. F.; Furtini Neto, A. E.; Resende, A. V.; Curi, N.; Santos, J. Z.; Lago, F. J. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.4, p.1133-1141, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000400015>>.

- Cruz, M. C. M.; Ramos, J. D.; Oliveira, D. L.; Marques, V. B.; Haffe, O. M. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv. Redondo Amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.4, p.1107-1112, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000400043>>.
- Dutra, T. R.; Graziotti, P. H.; Santana, R. C.; Massad, M. D.; Oliveira, F. L. Produção de biomassa em mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos, recipientes e níveis de luminosidade. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.4, n.2, p.1784-1787, 2009. <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/8411/5962>>. 05 Nov. 2013.
- Freitas, M. S. M.; Monnerat, P. H.; Carvalho, A. J. C.; Vasconcellos, M. A. S. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce. *Revista Brasileira Fruticultura*, v.33, n.4, p.1329-1341, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000400034>>.
- International Fertilizer Industry Association - IFA. World fertilizer use manual. Limburgerhof: BASF Agricultural Research Station, 1992. 600p.
- Malavolta, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- Martins, L. M.; Cruz, M. C. M.; Carvalho, R. P.; Fagundes, M. C. P.; Graziotti, P. H. Absorção de nutrientes por mudas de amoreira preta cultivadas em substrato orgânico. *Agrarian*, v.6, n.19, p.16-21, 2013. <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/viewArticle/1835>>. 05 Nov. 2013.
- Naraguma, J.; Clark, J. R. Effect of nitrogen fertilization on 'Arapaho' Thornless blackberry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.29, n.17-18, p.2775-2783, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1080/00103629809370152>>.
- Natale, W.; Prado, R. M.; Almeida, E. V.; Barbosa, J. C. Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.28, n.2, p.187-192, 2006. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagr.v28i2.1036>>.
- Negreiros, J. R.S.; Álvares, V. S.; Braga, L. R.; Bruckner, C. H. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Ceres*, v.51, n.254, p.243-345, 2004. <<http://www.ceres.ufv.br/ceres/revistas/V51N294P28404.pdf>>. 10 Nov. 2013.
- Oliveira, F. A.; Carmello, Q. A. C.; Mascarenhas, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. *Scientia Agricola*, v.58, n.2, p.329-335, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000200016>>.
- Prado, R. M.; Braghirolli, L. F.; Natale, W.; Corrêa, M. C. M.; Almeida, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, n.2, p.295-299, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452004000200028>>.
- Prado, R. M.; Natale, W. Efeitos da aplicação da escória de siderurgia ferrocromo no solo, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, n.1, p.140-144, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452004000100038>>.
- Silva, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: Santos, G. A.; Silva, L. S.; Canellas, L. P.; Camargo, F.A.O. (Eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.597-620.
- 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). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23, n.2, p.377-381, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200036>>.
- Spiers, J. M. Potassium and sodium fertilization affects leaf nutrient content and growth of 'Shawnee' blackberry. *Journal of Plant Nutrition*, v.16, n.2, p.297-303, 1993. <<http://dx.doi.org/10.1080/01904169309364532>>.