

Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de *Passiflora* em função de fontes nitrogenadas

Liliane Barroso de Sousa; Letícia Celia Heitor; Paulo Cesar dos Santos; Jalille Amim Altoé Freitas; Marta Simone Mendonça de Freitas (*); Silvio de Jesus Freitas; Almy Junior Cordeiro de Carvalho

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602 Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil.

(*) Autor correspondente: msimone@uenf.br

Recebido: 13/jun./2013; Aceito: 26/jul./2013

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fontes nitrogenadas sobre o crescimento inicial, os teores nutricionais e os fenóis totais contidos nas folhas do ramo primário de três espécies de *Passiflora* e ainda, os efeitos dessas fontes sobre a composição química do substrato de cultivo. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em sistema fatorial 4×3, sendo quatro fontes nitrogenadas (esterco bovino + nitrato de amônio; esterco bovino + sulfato de amônio; esterco bovino + ureia e esterco bovino) e três espécies de *Passiflora* (*Passiflora edulis*, *Passiflora alata* e *Passiflora ligularis*), com quatro repetições. A espécie *P. edulis* apresentou maior comprimento, diâmetro e número de brotações do ramo primário em relação às espécies *P. alata*, e *P. ligularis*. Os maiores teores de fenóis totais e menores teores de N na massa seca foliar foram observados nas espécies *P. alata* e *P. ligularis* adubadas apenas com esterco bovino. Entre as espécies de *Passiflora* estudadas, a espécie *P. edulis* apresentou maiores teores foliares de N, P, K e Ca. De acordo com a análise química dos substratos, o tratamento com apenas esterco bovino causou maior pH, maior teor de P e de K, maior soma de bases e maior índice de saturação de bases.

Palavras-chave: *Passiflora alata*, *Passiflora edulis*, *Passiflora ligularis*, adubação.

Growth, mineral composition and total phenol of *Passiflora* species as affected by nitrogen sources

Abstract

The study aimed to evaluate the influence of nitrogen sources on the initial growth, the nutritional status and total phenol content in leaves of the primary branch of three species of *Passiflora*. The effects of nitrogen sources on the chemical composition of the plant substrate were also evaluated. The experiment was carried out in a randomized block design, evaluating four nitrogen sources (manure+ammonium nitrate; manure+ammonium sulfate; manure+urea; and manure) and three species of *Passiflora* (*Passiflora edulis*, *Passiflora alata* and *Passiflora ligularis*), with four replications. The *P. edulis* showed greater length, diameter and number of shoots on the primary branch than *P. alata* and *P. ligularis*. The highest total phenolic content and lower concentration of N in leaf dry mass were observed in *P. alata* and *P. ligularis* fertilized with only manure. Among the *Passiflora* species studied, *P. edulis* had the highest concentrations of N, P, K and Ca. According to the chemical analysis of the substrates, the manure treatment caused higher pH, higher content of P and K, higher sum of bases and higher bases saturation index.

Key words: *Passiflora alata*, *Passiflora edulis*, *Passiflora ligularis*, fertilization.

1. INTRODUÇÃO

O maracujá é uma fruta de grande importância econômica no Brasil, tanto pelo aproveitamento para consumo *in natura* quanto processado (MACORIS et al., 2011), além de apresentar potencial para extração de essências aromáticas (OLIVEIRA et al., 2012). Os cultivos comerciais baseiam-se quase que exclusivamente em *Passiflora edulis*, ocupando cerca de 95% dos pomares comerciais (MELETTI e BRÜCKNER, 2001). Os demais 5% encontram-se divididos

entre outras passifloras, como a *Passiflora alata*, *Passiflora quadrangularis*, *Passiflora caerulea* e *Passiflora laurifolia*.

O nitrogênio é um elemento que participa de diversos compostos considerados indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas (FREITAS et al., 2011). Para o maracujazeiro amarelo, é um dos nutrientes mais requeridos para esta espécie (MORAES et al., 2011; SANTOS et al. 2011). Segundo FREITAS et al. (2011) a deficiência de nitrogênio em plantas de maracujazeiro-doce, provoca clorose generalizada e queda prematura de folhas, flores

com coloração vermelho-clara e frutos amarelo claros com aspecto translúcido.

A ureia (45% de nitrogênio) se destaca entre as fontes de nitrogênio no mercado pela facilidade de acesso, menor custo por unidade de nitrogênio, elevada solubilidade e compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes (YANO et al., 2005). Por outro lado, essa fonte é perdida com muita facilidade por volatilização, além de acidificar o substrato de cultivo. Além da ureia, outros adubos também são utilizados como fonte de nitrogênio, como o sulfato de amônio (20% de nitrogênio) e o nitrato de amônio (33% de nitrogênio), que contém o nitrogênio na forma amoniacal (SILVA et al., 2012).

A prática da adubação exige conhecimentos sobre as características morfofisiológicas da planta, além daquelas relacionadas com a disponibilidade dos nutrientes no solo e com o seu comportamento na planta podendo os nutrientes serem fornecidos por meio da adubação orgânica ou mineral. Em maracujazeiro amarelo, PIRES et al. (2009) verificaram que adubos orgânicos proporcionaram produtividade, qualidade dos frutos e teores foliares de P e Ca semelhantes às plantas submetidas à adubação mineral.

A produção de compostos fenólicos, em muitos casos, está associada com a resposta aos mecanismos de interação da planta com o ambiente, que pode ser desencadeada em condições de estresse. Dentre os fatores de estresse, a nutrição mineral é um dos mais importantes, e segundo FREITAS et al. (2008) e LEITE et al. (2012), a deficiência mineral pode promover maior ou menor produção de compostos fenólicos. Por outro lado, o aumento dos compostos fenólicos em relação à disponibilidade de nutrientes no solo, pode variar entre as espécies de planta e com as diferentes rotas de biossíntese desses compostos (HAUKIOJA et al., 1998).

Informações a respeito do desenvolvimento das espécies *P. alata* e ao *P. ligularis* quando adubadas com diferentes fontes nitrogenadas são ainda desconhecidas, principalmente no que tange ao crescimento, a nutrição mineral e a produção de compostos fenólicos, sendo usualmente utilizados como parâmetro de comparação valores do *P. edulis* para as outras espécies de passiflora.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial, os teores nutricionais e a produção de fenóis totais em três espécies de *Passiflora* submetidas a diferentes fontes nitrogenadas, bem como o efeito das mesmas com relação as características químicas do substrato ao final do experimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4x3, sendo quatro fontes nitrogenadas (esterco bovino + nitrato de amônio; esterco bovino + sulfato de amônio; esterco bovino + ureia e

esterco bovino) e três espécies de *Passiflora* (*P. edulis*, *P. alata* e *P. ligularis*), com quatro repetições.

As sementes de *Passiflora* foram coletadas de frutos obtidos de lotes comerciais e colocadas para germinar em tubetes de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial Plantmax®. Quando as plântulas atingiram cinco centímetros de altura, estas foram transplantadas para vasos de 30 dm³, preenchidos com uma mistura composta de solo, areia e esterco bovino, na proporção de (3:1:1), cuja análise química foram: pH em água=6,9; matéria orgânica=25,0 g dm⁻³; T=52,8 mmol_c dm⁻³; V=73%; P=41,6 mg dm⁻³; K⁺=6,9 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺=16,3 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺=14,6 mmol_c dm⁻³; Al³⁺=0,0 mmol_c dm⁻³; SB=38,0 mmol_c dm⁻³; Fe=39,0 mg dm⁻³; Cu=0,69 mg dm⁻³; Zn=6,06 mg dm⁻³; Mn=16,5 mg dm⁻³ e B=0,28 mg dm⁻³.

As plantas receberam 15 g de nitrogênio por vaso, de cada fonte nitrogenada (nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia), sendo a aplicação dividida em duas vezes. A primeira adubação foi realizada aos 30 dias após o transplantio com 5 g de nitrogênio por vaso, período em que as plantas encontravam-se com aproximadamente 20 cm de altura. Após um intervalo de 35 dias, realizou-se a segunda adubação, na qual foi aplicado 10 g de nitrogênio por vaso.

As avaliações das plantas foram efetuadas aos 50, 70 e 100 dias após o transplantio. As variáveis avaliadas foram: comprimento do ramo primário (determinado a partir da superfície do substrato até a gema apical por meio de trena milimetrada), diâmetro do caule (determinado a 20 cm de altura do substrato por meio de paquímetro digital), número de folhas e número de brotações. Após a contagem do número de brotações estas foram destacadas do ramo principal.

Aos 77 dias após o transplantio foram coletadas as 4^o, 5^o, 6^o e 7^o folhas a partir do ápice do ramo para avaliação do estado nutricional das plantas e a extração dos fenóis totais. As amostras foliares foram secas em estufa de ventilação forçada de ar à temperatura de 45°C até peso constante. Em seguida, foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e ainda, os teores de fenóis totais.

Para a determinação do teor de N, P e K o material vegetal foi submetido à oxidação pela digestão sulfúrica. O N foi determinado pelo método de Nessler, o P pelo método colorimétrico do molibdato e o K por espectrofotometria de emissão de chama. Para a determinação dos teores de Ca, Mg e S o material vegetal foi submetido à digestão nítrico-perclórica. O Ca e Mg foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por turbidimetria com cloreto de bário. A extração dos fenóis totais foi realizada pelo método de Folin-Dennis, utilizando o ácido tânico como padrão (ANDERSON e INGRAM, 1993).

Aos 100 dias após o transplantio, as plantas foram coletadas e avaliadas quanto: a área foliar total (determinada mediante medidor de área foliar modelo LI – 3100 LICOR); massa seca das folhas, massa seca total da parte aérea (caule e folhas) e

massa seca das raízes (após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C até peso constate). Neste momento, também foram avaliadas as características químicas do substrato de cultivo, como pH em água, enxofre (S-SO₄), fósforo (P), potássio (K), capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB) e saturação por bases (V).

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Ambos os testes foram conduzidos à 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 70 dias após o transplante, foi verificada diferenças entre as espécies de *Passiflora* quanto ao comprimento do ramo primário das plantas, de modo que as espécies *P. edulis* e

P. alata foram iguais quanto a essa característica (Figura 1a). Por outro lado, aos 100 dias após o transplante, a espécie *P. edulis* apresentou maior comprimento médio do ramo primário (506,3 cm) em relação as demais espécies (Figura 1a).

Observa-se na Figura 1b que aos 50 e 70 dias após o transplante as espécies não apresentaram diferença estatística para o diâmetro do caule. Já aos 100 dias após o transplante, a espécie *P. edulis* apresentou maior diâmetro em relação as demais espécies (7,54 mm). SANTOS et al. (2011) avaliando a influência de fontes nitrogenadas sobre o desenvolvimento da espécie *P. edulis*, encontraram média de 5,57 mm para o diâmetro do caule, aos 127 dias após a semeadura. VITORAZI FILHO et al. (2012) produzindo mudas de *P. alata* inoculadas com o fungo micorrízico *Gigaspora margarita* verificaram diâmetro de 3,8 mm aos 90 dias após o transplante.

Com relação ao número de folhas do ramo primário, as diferenças entre as espécies de *Passiflora* para essa característica

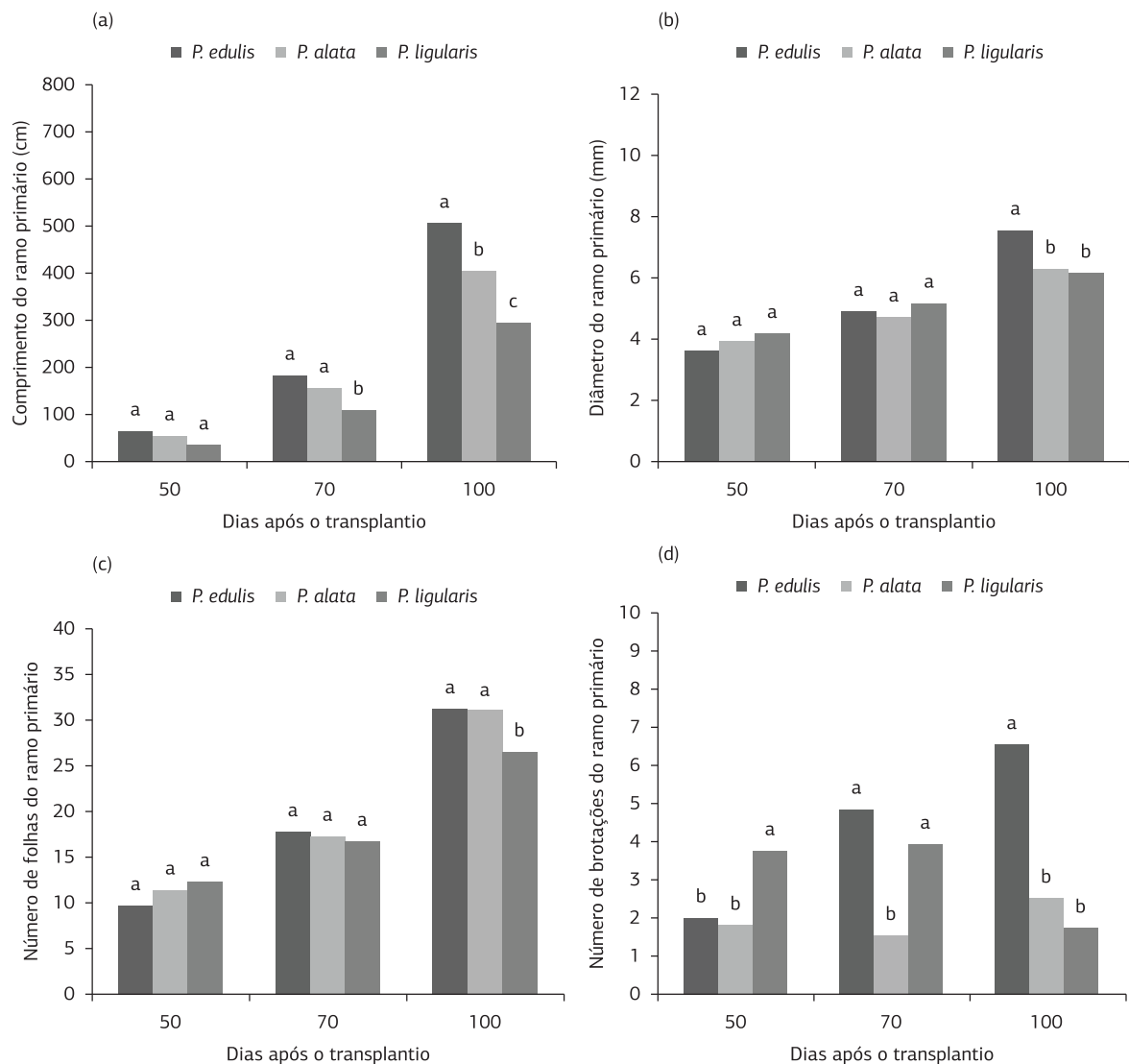


Figura 1. Comprimento do ramo primário (a), diâmetro do ramo primário (b), número de folhas do ramo primário (c) e número de brotações do ramo primário (d) de três espécies de *Passiflora* em função dos dias após o transplante em vasos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância.

foram verificadas aos 100 dias após o transplântio, sendo de 31,2 e 31,5 para as espécies *P. edulis* e *P. alata*, respectivamente (Figura 1c). SANTOS et al. (2011) observaram que e aos 127 dias após a semeadura, a espécie *P. edulis* obteve média de 23,92 folhas no ramo primário.

Quanto ao número de brotações emitidas do ramo primário, à espécie *P. ligularis* obteve média de 3,75 brotos aos 50 dias após o transplântio, sendo superior às demais espécies (Figura 1d). Já aos 70 dias observou-se que a *P. edulis* obteve aumento considerável (média de 4,86 brotos), igualando-se estatisticamente a *P. ligularis* (Figura 1d). Aos 100 dias após o transplântio, a *P. ligularis* apresentou menor emissão de brotos (média de 1,74 brotos) não diferindo da espécie *P. alata*, enquanto que a espécie *P. edulis* continuou a apresentar maior média com relação às demais espécies (Figura 1d).

As fontes nitrogenadas fornecidas às plantas não proporcionaram incrementos para as características relacionadas ao comprimento do ramo primário, ao diâmetro do ramo primário e ao número de brotações do ramo primário para as três espécies de *Passiflora* (Tabela 1).

As espécies *P. alata* e *P. ligularis* apresentaram os maiores teores de fenóis totais (Tabela 2) e concomitantemente os menores teores de N na massa seca foliar, quando adubadas apenas com esterco bovino (Tabela 3). Teores adequados de nutrientes nas espécies *P. alata* e *P. ligularis* ainda não foram descritos na literatura, sendo comumente utilizados os valores descritos para a espécie *P. edulis*. Segundo CARVALHO et al. (2002), a faixa de teores foliares de N relacionada a maior produtividade para a espécie *P. edulis* é de 40,8 a 58,1 g kg⁻¹. Dessa forma, verifica-se que as espécies *P. alata* e *P. ligularis* poderiam estar deficientes neste nutriente.

O N é o elemento que participa da síntese de aminoácidos e de outros compostos nitrogenados. Plantas deficientes em N apresentam um desenvolvimento lento (FREITAS et al., 2011) e acúmulo de carboidratos, sendo desviados para a síntese de metabólitos secundários (FREITAS et al., 2008), como na síntese dos compostos fenólicos (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

FREITAS et al. (2008) observaram que plantas de *P. alata* deficientes em nitrogênio apresentaram incrementos de 46% nos teores de vitexina (compostos fenólicos), quando comparada às plantas que receberam solução completa. Embora trabalhando com outra espécie vegetal, LEITE et al. (2012) relataram aumento dos flavonoides em mudas de fava d'anta, quando receberam as menores doses de N.

A espécie *P. edulis* apresentou os maiores teores de N foliar em todas as fontes nitrogenadas estudadas, quando comparada as outras espécies de *Passiflora* (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por SANTOS et al. (2011), em que os teores de nitrogênio foliar na espécie *P. edulis*, variaram de 45,6 a 55,2 g kg⁻¹, aos 82 dias após a semeadura.

Tabela 1. Comprimento do ramo primário, diâmetro do ramo primário e número de folhas do ramo primário de espécies de *Passiflora* em função das quatro fontes nitrogenadas

Fontes nitrogenadas	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Número de brotações
EB* + Nitrato de amônio	193,6 a	5,01 a	3,41 a
EB + Sulfato de amônio	196,0 a	5,00 a	3,25 a
EB + Ureia	198,1 a	5,12 a	2,80 a
EB	216,8 a	5,56 a	3,31 a
Média	201,2	5,17	3,19
CV (%)	22,3	19,1	50,2

*EB=Esterco bovino. Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

Tabela 2. Teores de fenóis totais (%) nas folhas de três espécies de *Passiflora* em função de quatro fontes nitrogenadas

Fontes nitrogenadas	Espécies de <i>Passiflora</i>			Média
	<i>P. edulis</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. ligularis</i>	
EB* + Nitrato de amônio	1,47 Ab	1,03 Bb	1,37 Ab	1,29
EB + Sulfato de amônio	1,80 Aa	1,28 Bb	1,34 Bb	1,48
EB + Ureia	1,41 Ab	1,17 Ab	1,16 Ab	1,25
EB	1,55 Bab	2,27 Aa	2,35 Aa	2,06
Média	1,56	1,44	1,56	1,52
CV (%)				5,86

*EB=Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

A espécie *P. alata*, apresentou o menor teor de P (1,69 g kg⁻¹) na massa seca foliar, quando adubada com esterco bovino acrescido de ureia (Tabela 3), porém este não foi suficiente para desenvolver deficiência nutricional nas plantas (FREITAS et al., 2011) e proporcionar incrementos nos fenóis totais (Tabela 2). As plantas deficientes em fósforo tendem a acumular carboidratos, resultando em desvio de rota para a formação do ácido chiquímico, produzindo ao final do metabolismo as antocianinas, que pertencem à classe dos flavonoides (MANN, 2001). Em *P. alata*, FREITAS et al. (2008) verificaram incrementos de 16% nos teores de vitexina em plantas cultivadas com omissão de fósforo.

Entre as espécies de *Passiflora*, a *P. edulis* apresentou o maior teor de P foliar (2,94 g kg⁻¹) quando foi submetida à adubação com esterco bovino acrescido de sulfato de amônio (Tabela 3). CARVALHO et al. (2002) definiram que os teores ideais de fósforo para a espécie *P. edulis* encontra-se na faixa de 2,31 a 3,85 g kg⁻¹. MORAES et al. (2011) obteve para o *P. edulis* aos 145 dias após o transplântio, no campo, teores variando de 2,14 a 3,01 g kg⁻¹. Nesse sentido, verifica-se que o teor de P obtido neste experimento para esta espécie está adequado. Por outro lado, as fontes nitrogenadas não promoveram diferença estatística no teor de P foliar da espécie *P. ligularis*.

Na espécie *P. edulis*, o menor teor de Ca foliar (11,3 g kg⁻¹) foi obtido quando as plantas receberam adubação com esterco acrescido de sulfato de amônio, e maior teor de Ca foliar (21,8 g kg⁻¹), quando as plantas foram adubadas

Tabela 3. Teor de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (g kg⁻¹) nas folhas de três espécies de *Passiflora* em função de quatro fontes nitrogenadas

Fontes nitrogenadas	Nitrogênio			Fósforo		
	Espécies de <i>Passiflora</i>			Espécies de <i>Passiflora</i>		
	<i>P. edulis</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. ligularis</i>	<i>P. edulis</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. ligularis</i>
EB* + Nitrato de amônio	53,7 Aa	40,2 Bab	38,3 Ba	2,86 Aa	2,71 Aa	2,35 Ba
EB + Sulfato de amônio	55,3 Aa	44,0 Ba	41,3 Ba	2,94 Aa	2,54 Bab	2,28 Ba
EB + Ureia	53,5 Aa	38,8 Bb	38,7 Ba	2,44 Ab	1,69 Bc	2,21 Aa
EB	52,9 Aa	31,9 Bc	32,0 Bb	2,63 Aab	2,32 Ab	2,35 Aa
CV (%)	4,9			7,6		
Fontes nitrogenadas	Cálcio			Magnésio		
	Espécies de <i>Passiflora</i>			Espécies de <i>Passiflora</i>		
	<i>P. edulis</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. ligularis</i>	<i>P. edulis</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. ligularis</i>
EB* + Nitrato de amônio	15,7 Ab	11,9 Ba	12,4 Ba	5,33 Bab	5,40 Bab	6,39 Ab
EB + Sulfato de amônio	11,3 Ac	8,3 Bb	9,4 ABb	5,07 Ab	4,49 Abc	5,29 Ac
EB + Ureia	14,6 Ab	9,7 Bab	12,2 Aa	6,25 Aa	4,24 Bc	6,22 Abc
EB	21,8 Aa	9,1 Cb	11,9 Bab	5,97 Bab	5,58 Ba	8,05 Aa
CV (%)	11,4			9,5		

*EB=Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

apenas com o esterco bovino (Tabela 3). Possivelmente o menor teor de Ca obtido neste trabalho, no tratamento adubação do esterco bovino + sulfato de amônio, pode estar associado pela maior movimentação do Ca nas primeiras camadas de solo, uma vez que o nitrogênio contido no amônio tende a ficar fixado nos colóides do solo e deslocar cátions, como o cálcio, para as camadas mais profundas dificultando com isso sua absorção pelas plantas (COELHO e VERLENGIA, 1973). Em algodoeiro, FOLONI e ROSOLEM (2006) observaram grande lixiviação do Ca e também do Mg quando estudava a dinâmica de cátions da solução do solo sob diferentes doses de sulfato de amônio.

A adubação com esterco bovino acrescida de nitrato de amônio ou ureia proporcionou maior teor de Ca foliar na espécie *P. alata*. Os teores de Ca foliar verificado para a espécie *P. ligularis* variaram de 9,4 a 12,4 g kg⁻¹ (Tabela 3).

Com relação aos teores de Mg pode-se observar que a espécie *P. ligularis* apresentou maior teor de Mg foliar quando submetida à adubação com esterco bovino (Tabela 3). Por meio do processo de mineralização e de humificação, o esterco bovino pode liberar bases que se encontravam imobilizadas nos seus tecidos e ainda produzir substâncias húmicas que são capazes de se ligarem a grupamentos como, os carboxílicos (-COOH), os alcoólicos (-OH) e os fenólicos (-OH) do solo proporcionando o aumento nos valores de pH da solução do mesmo (NOVAIS et al., 2007). Valores de pH em torno da neutralidade, proporcionam maior solubilidade do nutriente no solo e maior absorção pela planta. Em contrapartida, a acidez está correlacionada aos menores teores de Ca e Mg no solo (BÜLL et al., 1997) e conseqüentemente, menor disponibilidade de incorporação dos cátions pelas plantas. SILVA et al. (2008) estudando a influência do esterco bovino sobre as características químicas de um Latossolo, constataram aumento de pH na camada superficial e maiores teores de Mg no solo.

A espécie *P. edulis* apresentou maior teor foliar de K (32,8 g kg⁻¹) em relação às outras espécies de *Passiflora* (Tabela 4). Em outros trabalhos com a espécie *P. edulis*, SANTOS et al. (2011) e MORAES et al. (2011) obtiveram faixas de K na massa seca foliar de 34,8-37,5 e 33,5-38,7 g kg⁻¹, respectivamente.

Entre as fontes nitrogenadas estudadas, o esterco bovino acrescido de ureia ou somente a adubação com esterco bovino proporcionaram os menores teores de K na massa seca foliar das plantas (Tabela 5). O maior teor de potássio na massa seca foliar foi observado no tratamento adubado com esterco + sulfato de amônio (Tabela 5).

Os teores médios de potássio foliar em função das fontes nitrogenadas não contribuíram para produção de fenóis totais (Tabela 2 e 5). Já GOBBO-NETO e LOPES (2007) relataram que variações nos teores de K foliar podem interferir em uma maior ou menor produção de metabólitos secundários, dependendo da espécie da planta e do tipo de rota envolvido no processo de produção do metabólito. GARLET et al. (2007) estudando os efeitos da adubação potássica nos teores de óleo essencial, em plantas de menta, concluíram que houve incrementos significativos nos teores de óleos com o aumento das doses de K, porém, o rendimento por planta foi reduzido. Em maracujazeiro doce deficientes em K, FREITAS et al. (2008) observaram teores superiores de vitexina em relação ao tratamento completo.

A espécie *P. ligularis* apresentou o menor teor de S na massa seca foliar (Tabela 4). Entre as fontes nitrogenadas, o esterco bovino acrescido de ureia ou só a adubação com esterco bovino proporcionaram os menores teores de S na massa seca foliar (Tabela 5). Os maiores teores de enxofre na massa seca foliar foi obtido no tratamento adubado com esterco + sulfato de amônio (Tabela 5), provavelmente ocasionado pela presença de 24% de S na formulação deste adubo.

Tabela 4. Teor de potássio (K), teor de enxofre (S), área foliar do ramo primário (AF), massa seca foliar do ramo primário (MSF), massa seca da parte aérea do ramo primário (MSPA) e massa seca das raízes do ramo primário (MSR) de três espécies de *Passiflora*

Espécies de <i>Passiflora</i>	K (g kg ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)	AF (cm ²)	MSF (g)	MSPA (g)	MSR (g)
<i>P. edulis</i>	32,8 a	4,97a	7045 a	29,6 a	134,5 a	12,1 a
<i>P. alata</i>	23,2 c	5,30 a	4848 b	22,6 b	51,3 b	5,4 b
<i>P. ligularis</i>	25,7 b	3,23 b	3639 c	13,0 c	21,7 b	4,1 b
Média	27,2	4,50	5177	21,7	69,2	7,2
CV (%)	7,7	16,0	21,3	22,3	54,6	27,3

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

Tabela 5. Teor de potássio (K), teor de enxofre (S), área foliar do ramo primário (AF), massa seca foliar do ramo primário (MSF), massa seca da parte aérea do ramo primário (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de *Passiflora* em função de quatro fontes nitrogenadas

Fontes nitrogenadas	K (g kg ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)	AF (cm ²)	MSF (g)	MSPA (g)	MSR (g)
EB* + Nitrato de amônio	27,3 ab	4,45 ab	4796b	18,6 b	53,0 ab	5,3 c
EB + Sulfato de amônio	29,5 a	5,18 a	5225b	23,0 ab	63,6 ab	9,0 a
EB + Ureia	26,0 b	4,33 b	4720b	20,2 ab	60,3 b	6,1 bc
EB	26,3 b	4,05 b	5669a	24,9 a	99,6 a	8,3 ab
Média	27,2	4,50	5177	21,7	69,2	7,2
CV (%)	7,7	16,0	21,3	22,3	54,6	27,3

*EB=Esterco bovino. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

Ao final do experimento (100 dias após o transplante), verificou-se que a espécie *P. edulis* apresentou maior média de área foliar total, massa seca da folha, massa seca total da parte aérea e massa seca das raízes (Tabela 4).

Os maiores valores de área foliar total e massa seca total da parte aérea foram obtidos no tratamento sem adição de fonte nitrogenada mineral (Tabela 5). Contudo, este tratamento não diferiu estatisticamente dos tratamentos contendo nitrato de amônio e sulfato de amônio para a massa seca total da parte aérea (Tabela 5). Na literatura alguns autores consideram que a diminuição na área foliar tem sido considerada um dos efeitos mais significativos da deficiência de nitrogênio, pela queda prematura das folhas (FREITAS et al., 2011). Desta forma, verificou-se que o tratamento sem adição de fonte nitrogenada mineral supriu as exigências requeridas pela planta para sua expansão foliar. Para CRUZ et al. (2007), a diminuição da área foliar em função da redução dos níveis de nitrogênio fornecidos a cultura pode estar relacionado à redução do potencial de pressão celular, ao aumento na rigidez da parede celular e/ou à redução da divisão celular.

O tratamento sem adição de fonte nitrogenada mineral apresentou maior massa seca das folhas do ramo primário, não diferindo dos tratamentos com adição de ureia e sulfato de amônio no substrato (Tabela 5). Foi verificado maior massa seca das raízes nos tratamentos esterco bovino + sulfato de amônio e no tratamento sem adição de fonte nitrogenada no substrato (Tabela 5). Estes resultados corroboram aos de SANTOS et al. (2011), que obtiveram a maior massa seca de raiz da espécie *P. edulis* quando mantidas em substrato com esterco bovino como fonte de nitrogênio. Efeito oposto foi verificado por FREITAS et al. (2012), que obtiveram incremento em biomassa foliar e expansão da área foliar

em plantas de *P. alata*, quando adubadas com nitrogênio, na forma de ureia.

As fontes nitrogenadas proporcionaram mudanças no pH do substrato, de modo que o tratamento contendo apenas esterco bovino foi o que obteve maior média, o que influenciou na disponibilidade dos elementos como o fósforo e o potássio. Mesmo o tratamento contendo apenas o esterco bovino apresentar maior disponibilidade de P e K no solo (Tabela 6), este não proporcionou maior absorção dos nutrientes pelas espécies de *Passiflora* (Tabelas 3, 4 e 5).

À maior neutralização no pH do substrato pela adubação com apenas esterco bovino (Tabela 6) acarretou maior absorção de Ca pela espécie *P. edulis* (Tabela 3), visto que o pH influenciou na solubilidade deste nutriente no meio de cultivo e favoreceu maior absorção pelas plantas (NOVAIS et al., 2007).

O teor de enxofre, na forma de sulfato (S-SO₄) presente no solo, ao final do experimento, foi influenciado pelas fontes nitrogenadas. O tratamento com esterco + sulfato de amônio apresentou maior teor de S-SO₄ (Tabela 6). Provavelmente o acúmulo deste elemento no substrato está relacionado ao enxofre contido neste adubo.

As maiores médias de CTC foram encontradas nos tratamentos contendo apenas esterco bovino e com esterco bovino + sulfato de amônio (Tabela 6). O tratamento contendo apenas esterco bovino apresentou maior média de soma de bases trocáveis, não havendo diferença significativa entre os demais tratamentos (Tabela 6). As fontes nitrogenadas influenciaram no índice de saturação de bases, onde o tratamento com apenas esterco bovino apresentou os maiores índices e o tratamento esterco bovino + sulfato de amônio os menores índices de saturação de bases (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de potencial hidrogeniônico em água (pH), enxofre (S-SO₄), fósforo (P), potássio (K), capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB), saturação por bases (V) no substrato constituído por uma mistura de solo, areia e esterco bovino, na proporção de (3:1:1), adubado com quatro fontes nitrogenadas, após 100 dias de cultivo com espécies de *Passiflora*

Fontes nitrogenadas	pH	S-SO ₄	P	K	CTC	SB	V (%)
		(mg dm ⁻³)					
EB* + Nitrato de amônio	4,96 b	30,1 b	37,6 b	5,1 b	71,2 b	41,3 b	58,3 bc
EB + Sulfato de amônio	4,26 c	177,0 a	39,6 b	4,6 b	84,9 a	44,4 b	48,8 c
EB + Ureia	5,33 b	21,8 b	40,3 b	5,1 b	72,2 b	46,4 b	63,1 b
EB	6,05 a	30,1 b	51,7 a	8,6 a	82,6 a	70,5 a	83,3 a
Média	5,10	61,4	42,3	5,9	77,7	50,6	63,4
CV(%)	6,8	32,6	20,5	24,6	13,7	23,2	13,4

*EB = Esterco Bovino. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey conduzido à 5% de significância

4. CONCLUSÃO

A espécie *P. edulis* apresenta maior crescimento em relação às espécies *P. alata*, e *P. ligularis* aos 100 dias após o transplante independentemente da fonte nitrogenada utilizada. As espécies de *P. alata* e *P. ligularis* apresentam os maiores teores de fenóis totais e os menores teores de N foliar, quando adubadas apenas com esterco bovino. A espécie *P. edulis* apresenta maiores teores foliares de N, P, K e Ca e a espécie *P. ligularis* o maior teor de Mg foliar. O substrato sem a suplementação com a adubação mineral apresenta maior pH, maior teor de fósforo e potássio, maior soma de bases e maior índice de saturação de bases.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.D.; INGRAM, J.S.I. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. 2.ed. Walling Ford: CAB International, 1993. 171p.
- BÜLL, L.T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfatos: alterações em propriedades químicas em um latossolo vermelho-escuro e eficiência agrônoma. *Bragantia*, v.56, p.169-179, 1997. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051997000100018>
- CARVALHO, A.J.C.; MONNERAT, P.H.; MARTINS, D.P.; BERNARDO, S.; SILVA, J.A. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função da adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. *Scientia Agricola*, v.59, p.121-127, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000100018>
- COELHO, E.S.; VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
- CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; CARVALHO, J.E.B.; SOUZA FILHO, L.F.S.; QUEIROZ, D.C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "Golden". *Ciência Rural*, v.37, p.64-71, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000100011>
- FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão. I - Transporte de cátions e ânions no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.425-432, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000300004>
- FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C. Mineral Deficiency in *Passiflora alata* Curtis: vitexin bioproduction. *Journal of Plant Nutrition*, v.31, p.1844-1854, 2008. <http://dx.doi.org/10.1080/01904160802325552>
- 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 de Fruticultura*, v.33, p.1329-1341, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000400034>
- FREITAS, J.C.O.; ALMEIDA, A.F.; LAGO, M.F.; SOUZA, M.M.; SOUZA JÚNIOR, J.O. Características morfofisiológicas de plantas clonais de *Passiflora alata* crescidas em diferentes doses de nitrogênio e níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.34, p.859-872, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000300028>
- GARLET, T.M.B.; SANTOS, O.S.; MEDEIROS, S.L.P.; MARFRON, P.A.; GARCIA, D.C.; BORCIONI, E.; FLEIG, V. Produção e qualidade de óleo essencial de menta em hidroponia com doses de potássio. *Ciência Rural*, v.37, p.956-962, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400006>
- GOBBO-NETO, L.B.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, p.374-381, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- HAUKIOJA, E.; OSSIPOV, V.; KORICHEVA, J.; HONKANEN, T.; LARSSON, S.; LEMPA, K. Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization? *Chemoecology*, v.8, p.133-139, 1998. <http://dx.doi.org/10.1007/s000490050018>
- LEITE, G.L.D.; SILVA, F.W.S.; GUANABENS, R.E.M.; FERNANDES, L.A.; FIGUEIREDO, L.S.; SILVA, L.F. NPK and flavonoids affecting insect populations in *Dimorphandra mollis* seedlings. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.34, p.17-22, 2012. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v34i1.11233>
- MANN, J. Secondary metabolism. 2.ed. Oxford: Oxford Science, 2001. 374p.
- MACORIS, M.S.; JANZANTTI, N.S.; GARRUTI, D.S.; MONTEIRO, M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* f. var *flavicarpa* Deg.) pulp. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.31, n.2, p.430-435, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000200023>

- MELETTI, L.M.M.; BRÜCKENER, C.H. Melhoria genética. In: BRÜCKENER, C.H., PICANÇO, M.C. (Eds) Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p.345-385.
- MORAES, J.C.B.; SALCEDO, I.H.; SOUSA, V.F. Doses de potássio por gotejamento no estado nutricional do maracujazeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.763-770, 2011.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- OLIVEIRA, L.C.; SANTOS, J.A.B.; NARAIN, N.; FONTES, A.S.; CAMPOS, R.S.S.; SOUZA, T.L. Caracterização e extração de compostos voláteis de resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degener). Ciência Rural, v.42, p.2280-2287, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000103>
- PIRES, A.A.; MONNERAT, P.H.; PINHO, L.G.R.; ZAMPIROLI, P.D.; ROSA, R. C.C.; MUNIZ, R.A. Efeito da adubação alternativa sobre os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo. Acta Scientiarum Agronomy, v.31, p.655-660, 2009. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.986>
- SANTOS, P.C.; LOPES, L.C.; FREITAS, S.J.; SOUSA, L.B.; CARVALHO, A.J.C. Crescimento inicial e teor nutricional do maracujazeiro amarelo submetido à adubação com diferentes fontes nitrogenadas. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, p.722-728, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500101>
- SILVA, J.C.P.M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELOS, M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M.; COSTA E SILVA, L.F. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.2563-2572, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600033>
- SILVA, J.T.A.; PEREIRA, R.D.; RODRIGUES, M.G.V. Adubação da bananeira 'Prata Anã' com diferentes doses e fontes de nitrogênio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.1314-1320, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001200008>
- VITORAZI FILHO, J.A.; LIMA, K.B.; FREITAS, M.S.M.; MARTINS, M.A.; OLIVARES, F.L. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas sob diferentes doses de fósforo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.34, p.442-450, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000200017>
- YANO, G.T.; TAKAHASHI, H.T.; WATANABE, T.S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. Semina: Ciências Agrárias, v.26, p.141-148, 2005.

Bragantia, v.72, n.3, 2013

Devido a um erro de editoração eletrônica, o artigo “Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de Passiflora em função de fontes nitrogenadas” necessita de correção no e-mail do autor correspondente.

Pág.247

Onde se lê:
simone@uenf.br

Leia-se:
msimone@uenf.br