

Aplicação do silicato de cálcio em Argissolo Vermelho no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro

Renato de Mello Prado* e William Natale

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, campus Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14870-000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: rmp Prado@fcav.unesp.br

RESUMO. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de resíduo, silicato de cálcio, ao substrato de produção das mudas de maracujazeiro, como material corretivo, no desenvolvimento, na produção de matéria seca e no estado nutricional das plantas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. As doses de silicato foram aplicadas, objetivando elevar em meia; uma vez; uma vez e meia e duas vezes a dose para elevar o $V = 50\%$, correspondendo a 0,18g; 0,36g; 0,54g; 0,72g dm^{-3} , respectivamente, além da testemunha sem aplicação. As mudas receberam doses de N, P, K, Zn e B de 300mg; 450mg; 150mg; 5,0mg e 0,5mg dm^{-3} , respectivamente. A unidade experimental foi constituída por vasos com 2 dm^3 de amostra de um Argissolo Vermelho distrófico. Após 80 dias da sementeira, avaliaram-se: o diâmetro do caule, a altura, o número de folhas, a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, bem como os teores de macro e micronutrientes. A aplicação do silicato em amostras de um Argissolo Vermelho Amarelo promoveu incremento quadrático na altura, no diâmetro do caule e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. O maior desenvolvimento das mudas esteve associado à melhoria na fertilidade do solo (saturação por bases = 57%; Ca = 20mmol dm^{-3}) e no estado nutricional das plantas (Ca - parte aérea = 7,4g kg^{-1}).

Palavras-chave: resíduo industrial, acidez do solo, maracujá, *Passiflora edulis*.

ABSTRACT. Application of industrial waste (silication) in red Argis soil of passion fruit cuttings. This work aims to evaluate the effect of silication calcium and industrial waste application to the production substratum of passion fruit cuttings as corrective material in the development, in the production of dry matter and in the nutritional plant state. The experimental design used randomized blocks of 5 treatments and 4 repetitions. The silicate calcium doses were applied in half; once, once and a half; and twice the dose to increase the $V = 50\%$. These doses corresponding to 0.18; 0.36; 0.54; 0.72g dm^{-3} , respectively. The cuttings received doses of N, P, K, Zn and B of 300; 450; 150; 5 and 0.5mg dm^{-3} respectively. The experimental unit was constituted of 2 dm^3 vases of a red Argis soil substratum. Thus, the stem diameter, height, leaf number, dry matter production of the airy part of the roots, as well as the macro and micronutrients were evaluated after 80 days of the plantation. Thus, the silicate application to yellow-red Argis soil samples promoted quadratic increment in the height, stem diameter and in production of dry matter of passion fruit. The largest changes development was associated to the improvement of the soil fertility (saturation for bases = 57%; Ca = 20mmol dm^{-3}) and in the nutritional plants state (Ca - dry matter = 7.4g kg^{-1}).

Key words: industrial waste, acidity soil, passion fruit, *Passiflora edulis*.

Introdução

Ultimamente o uso de resíduos industriais na agricultura tem sido amplamente discutido, a partir de estudos que poderiam sustentar a viabilidade ou não do uso dos resíduos que sobram dos processos industriais. Entretanto, para ser possível seu uso, estudos agrônômicos são necessários para indicarem os efeitos positivos no sistema solo-planta, seja como material corretivo ou como fonte de nutrientes.

Esses estudos de reaproveitamento agrícola desses resíduos têm trazido resultados promissores, a exemplo da vinhaça (Almeida, 1952), do composto de lixo (Berton, 1996), da escória de siderurgia (Prado *et al.*, 2001), de cinzas de biomassa (Prado *et al.*, 2002) e do lodo de esgoto (Martins *et al.*, 2003). Entretanto, as pesquisas que tratam do assunto concentram-se em resíduos produzidos em grande escala, ao passo que os resíduos que são produzidos em menor volume não são estudados na mesma proporção.

Neste sentido, enquadram-se as indústrias de produção de placas especiais com determinadas características técnicas (isolante térmico e sonoro; incombustível, rígidas e com boa usinabilidade) que fornecem esses produtos para a construção civil e naval. Ressalta-se que as indústrias produtoras dessas placas utilizam como matéria prima o silicato de cálcio e as fibras minerais não amianto. Como resíduo do processo industrial (usinagem), tem-se, o silicato de cálcio na forma de pó. Sendo que estes resíduos são expostos a céu aberto, podem afetar o meio ambiente próximo à indústria.

O silicato de cálcio é conhecido como um material corretivo (Alcarde, 1992), de forma que pode apresentar características de correção da acidez do solo e fonte de bases, semelhante aos calcários. Por outro lado, os solos tropicais são reconhecidamente ácidos, com elevada saturação por alumínio, e a prática da calagem promove a precipitação do Al do solo, aumentando o valor pH e a concentração de bases como Ca e Mg, possibilitando a proliferação intensa das raízes e com maior absorção de nutrientes pelas plantas.

A importância do sistema radicular das plantas é significativa, visto existir uma estreita dependência entre o desenvolvimento das raízes e a formação da parte aérea. Este fato é muito importante em mudas, na fase de pós-plantio no campo, e pode aumentar a taxa de pegamento e estabelecimento mais rápido, com reflexos na precocidade de produção dos pomares. Assim, para a produção de mudas de forma eficiente, o uso de corretivos da acidez do solo pode favorecer a obtenção de plantas com qualidade e estado nutricional adequados.

Diante do contexto, este trabalho procurou avaliar o efeito da aplicação de resíduo a base de silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro.

Material e métodos

Tabela 1. Propriedades químicas do substrato^(*) de um Argissolo Vermelho, utilizado na produção de mudas de maracujazeiro.

Tratamentos g dm ⁻³	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V
Antes da aplicação do resíduo (silicato)										
0	4,6	5	1	0,7	10	3	21	13,7	34,7	39
Época da semeadura										
0,18	4,7	6	88	0,6	13	3	21	16,6	37,6	44
0,36	4,8	6	78	1,0	21	5	20	27,0	47,0	57
0,54	4,9	6	86	0,9	23	5	19	28,9	47,9	60
0,72	5,2	5	89	0,9	27	5	17	32,9	49,9	66

^(*) O substrato é resultado da camada de 3-4m do perfil do solo, utilizado na produção das mudas.

Aos 80 dias após a semeadura, foram avaliadas as características biológicas indicativas do desenvolvimento das plantas, como: altura, diâmetro do caule e produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do maracujazeiro. Na mesma ocasião, o estado nutricional das plantas foi avaliado, dividindo-se as mudas em parte aérea e raízes. As determinações

O presente trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Como substrato utilizou-se o subsolo de um Argissolo Vermelho distrófico (camada 3-4m). Realizaram-se análises químicas do substrato, antes da aplicação do resíduo e após 60 dias de incubação, por ocasião da semeadura (Tabela 1).

Utilizou-se o silicato calcinado tipo D, com as seguintes características: CaO = 275,3g kg⁻¹; MgO = 17,5g kg⁻¹; PN = 53,6%; RE = 98,7%; e, PRNT = 52,9%. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos (zero; metade; uma vez; uma vez e meia e duas vezes a dose para elevar o V = 50% ou seja, 0,18g; 0,36g; 0,54g; 0,72g dm⁻³, o que corresponde a 0g; 0,36g; 0,72g; 1,08g; 1,44g por vaso de 2dm³, respectivamente, e quatro repetições.

Na semeadura, cada unidade experimental recebeu doses de nivelamento para P (450mg dm⁻³) conforme indicação de Machado (1998), N (300mg dm⁻³), K (150mg dm⁻³), Zn (5mg dm⁻³) e B (0,5mg dm⁻³), de acordo com a recomendação geral para ensaios em vasos (Malavolta, 1981), na forma de superfosfato triplo (44% de P₂O₅), sulfato de amônio (20% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O), sulfato de zinco (22% de Zn) e ácido bórico (17% de B) respectivamente. O N e o K foram parcelados em três aplicações aos 30, aos 45 e aos 60 dias após o plantio. O P, o Zn e o B foram adicionados em dose total na semeadura.

Empregaram-se cinco sementes do maracujazeiro-amarelo por vaso. Uma semana após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, deixando duas mudas por vaso, até o final do experimento.

A irrigação foi mantida continuamente durante o período experimental, tomando-se por base a umidade correspondente a 70% da capacidade de campo do solo.

dos teores de macro e micronutrientes no tecido vegetal seguiram a metodologia de Bataglia *et al.* (1983). Amostragens de solo foram realizadas na mesma época, e as determinações analíticas seguiram os métodos de Raij *et al.* (2001). No solo, avaliaram-se os seguintes atributos: pH, M.O., P, K, Ca, Mg, H+Al, Cu, Fe, Mn e Zn.

Com base nos resultados obtidos, realizaram-se análises de variância para os diversos dados estudados, além da análise de regressão entre os tratamentos e as determinações no solo e na planta.

Resultados e discussão

Efeitos dos tratamentos no solo

A aplicação do silicato ao substrato promoveu a adequada neutralização da acidez do solo, elevando a saturação por bases (Tabela 1). Cabe salientar que o incremento da soma de bases do solo deve-se, além do Ca e Mg presente no silicato, ao Ca constituinte do superfosfato triplo aplicado na ocasião da semeadura, como fonte de fósforo. Entretanto, observou-se que, nas maiores doses do silicato, houve redução no poder do material corretivo em aumentar a saturação por bases, a exemplo da maior dose do silicato ter atingido apenas 66%. Uma das causas que explicam esse fato é relatada por Tescaro (1998), que sinaliza que essa ineficiência em elevar o V a valores relativamente altos pode estar ligada ao alto potencial de cargas dependentes do pH do solo, ao deslocamento da reação de equilíbrio da solubilização do corretivo e ainda à formação de novos minerais no solo em formas de hidróxido pouco solúvel.

Acompanhando a evolução dos efeitos da aplicação do silicato no solo, aos 80 dias após a semeadura, verificou-se o aumento do valor pH (Figura 1a), a diminuição da concentração de H⁺Al (Figura 1b), o aumento da concentração de Ca²⁺ (Figura 1c) e do valor da soma de bases (Figura 1d), da saturação por bases (Figura 1e). Mas, sem diferença significativa para a concentração de Mg do solo (Figura 1c). Esses efeitos do silicato de cálcio e magnésio na correção da acidez do solo e no aumento de bases se devem à presença do constituinte neutralizante (SiO₃²⁻) e de Ca e Mg no material, respectivamente (Alcarde, 1992). Assim, esses resultados indicam que, apesar do resíduo apresentar eficiência como corretivo de acidez do solo, ele não é fonte de magnésio.

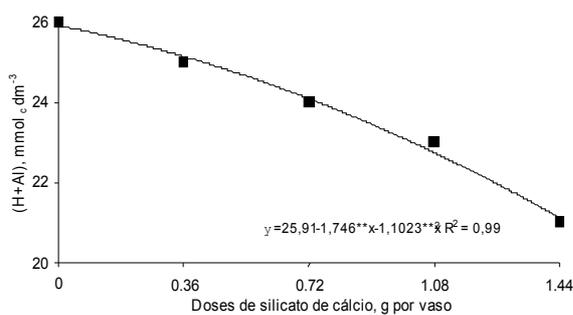
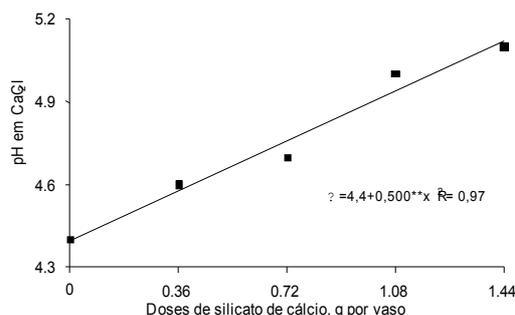
Observou-se ainda que a aplicação do silicato de cálcio diminuiu a concentração dos micronutrientes do solo, como o Cu ($\hat{y}=0,48-0,092*x$, R²=0,69) (p<0,05), o Fe ($\hat{y} = 5,61+0,139**x-0,6752**x^2$, R²=0,91) (p<0,01), o Mn ($\hat{y} = 3,65-0,6875**x$, R²=0,96) e o Zn ($\hat{y} = 1,07-0,4549**x$, R²=0,84), exceto o B ($\hat{y} = 0,37$). A

diminuição da concentração dos micronutrientes (metálicos) do solo com aumento do valor pH é amplamente relatada na literatura. Segundo Raij (1991), a diminuição da acidez do solo promove insolubilização de micronutrientes, por meio da formação de óxidos. O Mn trocável e o da solução convertem-se em Mn⁺³ e Mn⁺⁴ insolúveis. O B tem sua disponibilidade aumentada até certo valor de pH, quando, então, formam-se compostos com a matéria orgânica de baixa solubilidade. No caso do zinco, Vale *et al.* (1997) complementam que o cálcio é um potente deslocador do Zn de complexos e quelatos, deixando o zinco livre na solução, o que favorece sua precipitação como Zn(OH)₂.

Efeitos dos tratamentos sobre o desenvolvimento e a produção de matéria seca

A aplicação de silicato aumentou de forma quadrática o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro, para a altura, para o e número de folhas (Figura 2a) e para o diâmetro do caule (Figura 2b). Essa relação positiva entre a altura e o diâmetro do caule foi relatado também por Ferri (1985), que indica serem características vegetativas de grande importância morfofisiológica, visto que refletem de modo prático no crescimento e na diferenciação do vegetal.

O maior desenvolvimento das mudas de maracujazeiro refletiu em um aumento quadrático da matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas (Figura 3a). Portanto, esse resultado indica a resposta positiva da fruteira à neutralização da acidez do solo, o que concorda com Mendonça *et al.* (1999), que informam a sensibilidade do maracujazeiro à acidez, discordando, porém, de Fonseca *et al.* (2002), que não obtiveram resposta das plantas à calagem em solo com saturação por bases superior a 40%. Isso indica que, embora o maracujazeiro responda à aplicação de silicato, é importante que a experimentação utilize solos com elevada acidez e baixa concentração de bases, como no presente caso (Ca=4 e Mg=2mmol dm⁻³; V=29 %) (Tabela 1), dando condições de avaliação da reação dos genótipos à correção da acidez do solo, bem como seus reflexos no crescimento das plantas. Em solos com fertilidade maior, as doses de silicato podem elevar muito o valor pH e a concentração de bases, insolubilizando micronutrientes e causando prejuízos à produção.



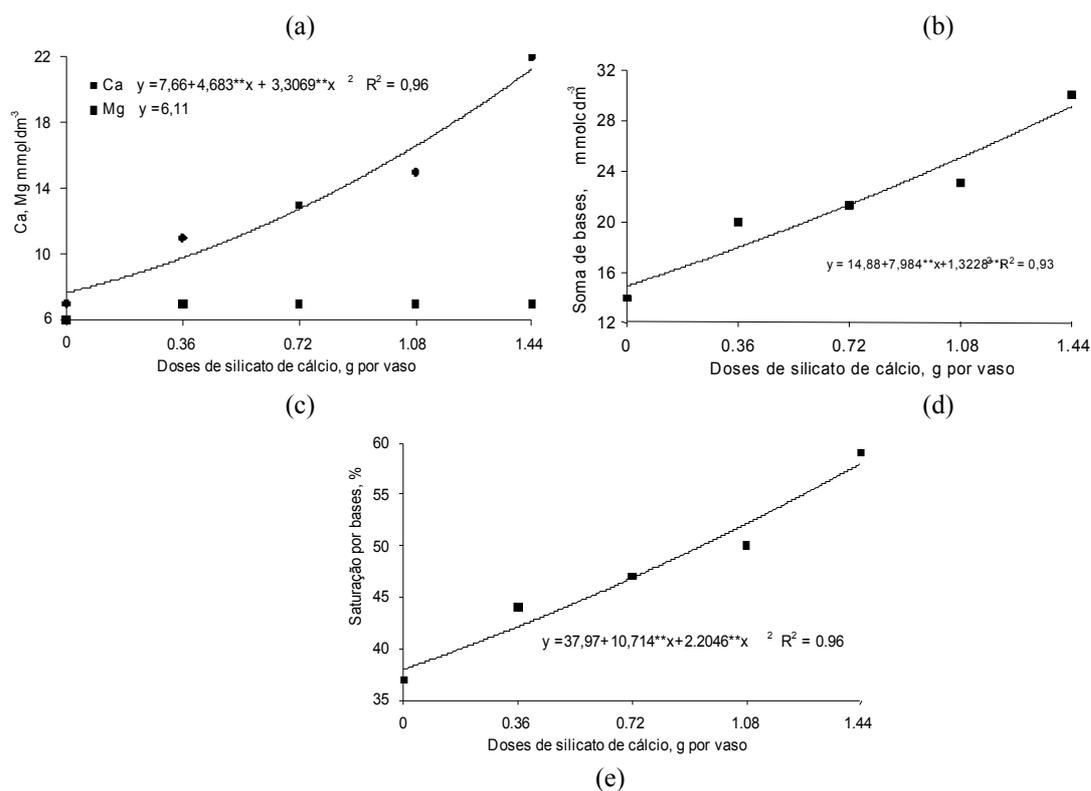


Figura 1. Efeito da aplicação de silicato sobre o valor pH (a), concentração de H+Al (b), de Ca e Mg (c), e na soma de bases (d) e saturação por bases (e), aos 80 dias após a semeadura das mudas de maracujazeiro, em substrato do Argissolo Vermelho distrófico.

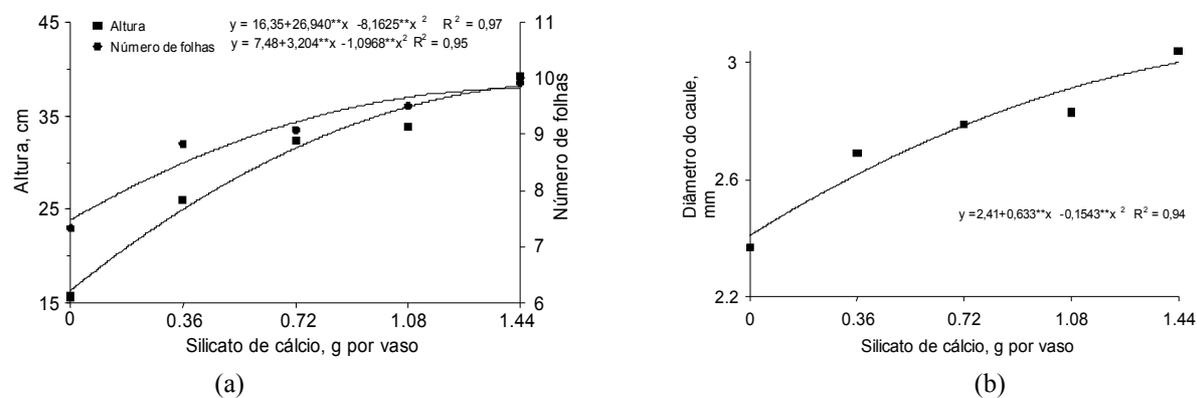


Figura 2. Efeito da aplicação de silicato em substrato do Argissolo Vermelho distrófico na altura e número de folhas (a) e no diâmetro do caule (b), das mudas de maracujazeiro, aos 80 dias após a semeadura.

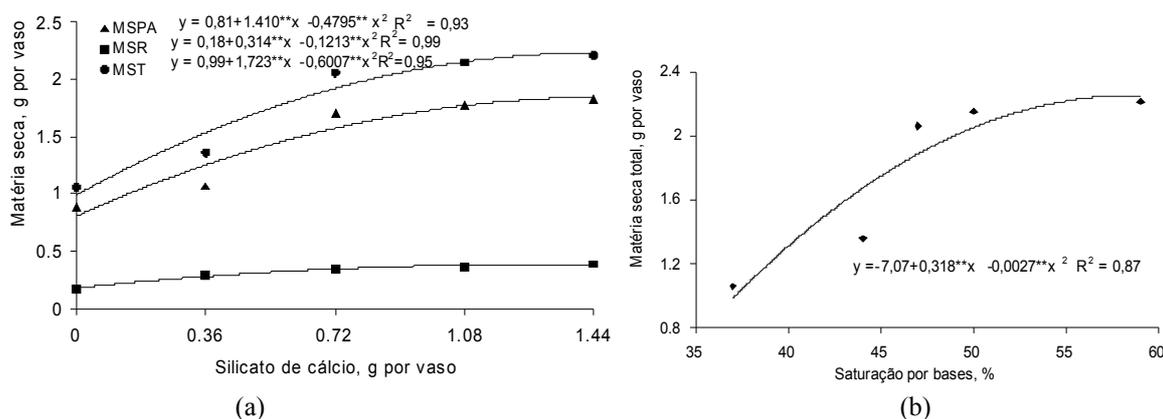


Figura 3. Efeito da aplicação de silicato ao substrato do Argissolo Vermelho sobre a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes (a), e a relação entre a saturação por bases do solo e a produção de matéria seca (parte aérea, raízes e total) das mudas de maracujazeiro (b), aos 80 dias após a semeadura.

Analisando a relação solo-produção, notou-se que a máxima produção de matéria seca total esteve associada à saturação por bases do solo de 57% (Figura 3b). Assim, esse resultado é diferente da recomendação de Piza Júnior *et al.* (1996), para o Estado de São Paulo, e de Lima (1999), em estudos realizados no Estado da Bahia. Esses autores indicam a saturação por bases ideal para o maracujazeiro igual a 80% e 70%, respectivamente. Essa diferença, possivelmente se deve aos aspectos da planta e de cultivo, já que no presente estudo, trabalhou-se com a fase de mudas e em condições de vasos, enquanto a recomendação dos referidos autores é para a fase adulta, no campo.

Efeitos dos tratamentos no estado nutricional das mudas

A aplicação de silicato afetou significativamente os teores de macro e micronutrientes na parte aérea e nas raízes das mudas de maracujazeiro (Tabela 2). Na parte aérea, observou-se que os teores de N, P, K, Mg, S, B, Fe e Zn não foram afetados significativamente, enquanto diminuiu o teor de Cu e Mn, e aumentou o teor de Ca com a aplicação de silicato. Já na raiz, não houve efeitos do silicato nos teores de N, P, K, Mg, B, Fe, Mn e Zn, ao passo que afetou significativamente com aumento no teor de Ca e S.

Esses incrementos nos teores de Ca na parte área (PA) das mudas se deu em função da aplicação do silicato (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo aumento desse elemento no solo, uma vez que houve uma relação quadrática entre a concentração de Ca no solo e seu teor na parte aérea ($Ca_{(PA)} = -0,70 + 0,923Ca_{(solo)} + [0,85193Ca_{(solo)}]^2$, $R^2=0,99$). O

maior teor de Ca na parte aérea ocorreu quando a concentração de Ca no solo foi de $18mmol_c dm^{-3}$.

Ressalta-se que o aumento da produção de matéria seca das mudas de maracujazeiro (Figura 3a) pode ser explicado pelo incremento do teor de Ca nas mudas, uma vez que Taiz e Zeiger (1991) afirmam que esse nutriente participa como ativador enzimático (Calcmodulina), no processo de crescimento da membrana plasmática das células, isso através de bombas de Ca^{+2} situadas entre o tonoplasto e a membrana. Portanto, com o aumento da concentração de Ca nos solos, pode-se levar a ganhos na produção de matéria seca. Além disso, o cálcio promove o aumento do comprimento da raiz, tanto na presença como na ausência de acidez (Al^{3+}) (Canal e Mielniczuk, 1983).

Estes efeitos no incremento dos teores de Ca e diminuição nos de micronutrientes também foram obtidos por Fonseca *et al.* (2002) na parte aérea de mudas de maracujazeiro submetidas à aplicação de calcário.

Quanto ao acúmulo dos nutrientes na parte aérea (PA) e nas raízes (R) das mudas de maracujazeiro, em função da aplicação de silicato (x), observou-se um incremento quadrático para o cálcio:

$$Ca_{(PA)} = 4,88 + 6,9444x, R^2 = 0,87$$

$$Ca_{(R)} = 0,30 + 0,6111x, R^2 = 0,98$$

Para os micronutrientes, também houve alteração significativa no acúmulo desses elementos com a aplicação do silicato, apresentando diminuição na parte aérea e nas raízes, para o Cu e para o Mn apenas na parte aérea:

$$Cu_{(PA)} = 0,003 + 0,0063x - [0,0044x]^2, R^2 = 0,63$$

$$Cu_{(raiz)} = 0,003 - 0,0017x, R^2 = 0,77$$

$$Mn_{(PA)} = 0,077 + 0,0687x - [0,0419x]^2, R^2 = 0,70$$

Tabela 2. Teor de macro e micronutrientes na parte aérea e raízes de mudas de maracujazeiro, em função da aplicação de silicato.

Dose	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
------	---	---	---	----	----	---	---	----	----	----	----

g/vaso	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	Parte aérea										
0	44,7	1,5	17,8	4,5	2,5	3,1	10	4	83	90	23
0,36	41,2	1,7	20,3	6,4	2,6	3,3	11	3	82	83	22
0,72	38,2	1,5	19,3	7,2	2,4	3,2	11	3	79	68	21
1,08	40,3	1,5	20,4	7,3	2,4	3,6	10	3	75	54	20
1,44	37,4	1,5	18,5	7,4	2,1	3,1	11	1	78	50	19
Teste F	3,0 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,3 ^{ns}	7,8**	1,9 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,3 ^{ns}	6,2**	0,7 ^{ns}	26,7**	0,5 ^{ns}
RL				7,1*				13,5**		104,0**	
RQ											
CV(%)	8,1	11,3	10,2	13,2	10,4	8,3	16,1	28,8	9,6	9,8	19,8
	Raízes										
0	25,1	1,4	16,3	1,8	3,5	2,5	9	9	92	300	46
0,36	24,1	1,9	17,2	1,9	3,6	3,1	9	11	91	288	45
0,72	29,2	1,7	14,2	2,3	3,7	3,3	11	9	91	283	44
1,08	29,6	1,7	14,4	2,3	3,6	3,3	11	9	91	280	40
1,44	27,8	1,6	15,0	3,0	3,3	2,9	10	7	90	275	40
Teste F	1,9 ^{ns}	3,0 ^{ns}	0,7 ^{ns}	8,9**	0,3 ^{ns}	5,4**	1,4 ^{ns}	3,5*	1,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,0 ^{ns}
RL				31,6**				4,9*			
RQ						15,0**					
CV (%)	13,0	12,2	19,6	14,4	16,7	9,4	11,7	18,2	9,9	18,5	14,3

^{ns}, **, *: Diferença não significativa pelo teste F ($p \geq 0,05$), significativa ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$), respectivamente. RL e RQ referem-se ao valor de F, para a regressão linear e quadrática, respectivamente.

Assim, esses resultados do Cu acumulado na parte aérea e na raiz e do Mn na parte aérea das mudas de maracujazeiro, nas doses moderadas de silicato, sofreram até um aumento na planta, enquanto nas doses altas houve queda no acúmulo desses elementos. Essa queda no acúmulo desses micronutrientes, poderia ser explicada pelo aumento do valor pH do solo com aplicação do silicato, reduzindo a disponibilidade desses nutrientes no solo. Por outro lado, esses mesmos micronutrientes apresentaram uma diminuição nos teores das plantas com as doses de silicato (Tabela 2), indicando que nos tratamentos podem ter ocorrido o efeito de diluição, ou seja, com maior crescimento da planta, os nutrientes ficaram diluídos. Assim, a marcha de acumulação desses nutrientes acompanhou a taxa de crescimento das plantas.

Observou-se também relação positiva entre o teor de Ca, na parte aérea (PA) e na raiz, (R) e a produção de matéria seca total (MST) das mudas de maracujazeiro:

$$MST = -0,85 + 0,3989**Ca_{(PA)}, R^2 = 0,86$$

$$MST = -9,30 + 8,651**Ca_{(R)} - 1,6048** Ca_{(R)}^2, R^2 = 0,99$$

Dessa forma, a máxima produção de matéria seca foi obtida quando o teor de Ca na parte aérea e na raiz atingiu 7,4 e 2,7g kg⁻¹, respectivamente. O maior teor de Ca na parte aérea, comparado às raízes, também foi constatado em outras mudas de fruteiras (goiabeira) (Prado *et al.*, 2002).

Ressalta-se que, na literatura, indicado-se como adequado para o maracujazeiro um teor foliar de Ca entre 12-16g kg⁻¹ (Quaggio *et al.*, 1996). Comparando esses teores com os do experimento (parte aérea) nota-se que o Ca está abaixo do teor considerado adequado, porque, para o Mg, especialmente nas maiores doses de silicato, o teor (2,1-2,4g kg⁻¹) (Tabela 2) também esteve abaixo do considerado adequado (2,5-3,1g kg⁻¹) (Quaggio *et al.*, 1996). Entretanto, deve-se considerar as diferenças entre as

partes de tecido amostrado, já que, na planta adulta, coleta-se a folha (com botão floral na axila), e nas mudas, a parte aérea total (caule+folhas).

Observou-se ainda relação positiva entre as concentrações de Ca do solo e a produção de matéria seca total:

$$MST = -0,79 + 0,307** Ca_{(solo)} - 0,0077 Ca_{(solo)}^2, R^2 = 0,89$$

Logo, as concentrações de Ca do solo de 20mmol_c dm⁻³ estiveram associadas à máxima produção de matéria seca das mudas de maracujazeiro.

Cabe salientar ainda que, para a prática da calagem, utilizando-se do presente resíduo, em solos com teor de Mg baixo (<8mmol_c dm⁻³), é importante o uso de uma fonte de Mg, a exemplo do calcário dolomítico, para evitar a deficiência de Mg nas plantas.

Conclusão

A aplicação do silicato em amostras de um Argissolo Vermelho Amarelo promoveu incremento quadrático na altura, no diâmetro do caule e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. O maior desenvolvimento das mudas esteve associado à melhoria na fertilidade do solo (saturação por bases 57%; Ca=20mmol_c dm⁻³) e no estado nutricional das plantas (Ca-parte aérea=7,4g kg⁻¹).

Referências

- ALMEIDA, J.R. de *O problema da vinhaça em São Paulo*. Piracicaba: Esalq, Instituto Zimotécnico, 1952. 9p. (Boletim, 3).
- ALCARDE, J.C. *Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992.26p. (Boletim Técnico, 6).
- BATAGLIA, O.C. *et al. Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

- BERTON, R.S. Potencial agrícola do composto de lixo urbano. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. *Anais*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. (CD-Rom).
- CANAL, I.N.; MIELNICZUK, J. Parâmetros de absorção de potássio em milho (*Zea mays* L.) afetados pela interação alumínio-cálcio. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v.35, p.336-340, 1983.
- FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1985.
- FONSECA, E.B.A. *et al.* Crescimento do maracujazeiro doce em função da calagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., Belém, 2002. *Resumos*. Belém: SBF, Embrapa Oriental, 2002. (CD-Rom).
- LIMA, A.A. *A cultura do maracujá*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 107p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Coleção Plantar, 41).
- MACHADO, R.A.F. *Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)*. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 594p.
- MARTINS, A.L.C. *et al.* Produção de grãos e absorção de Cu, Fé, Mn e Zn pelo milho em solo adubado com lodo de esgoto, com e sem calcário. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.27, p.563-574, 2003.
- MENDONÇA, R.M.N. *et al.* Resposta de mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. flavicarpa Deg.) cultivadas em solução nutritiva, a diferentes níveis de alumínio. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.46, p.357-370, 1999.
- PIZA JÚNIOR, C.T. *et al.* Adubação do maracujá. In: RAIJ, B.Van. *et al.* (Ed.). *Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.148-149.
- PRADO, R.M. *et al.* *Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Funep, 2001.
- PRADO, R.M. *et al.* Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, n.5, p.1493-1500, 2002.
- QUAGGIO, J.A. *et al.* Frutíferas. In: RAIJ, B. Van. *et al.* *Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.121-127.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Ceres/Potafós, 1991.
- RAIJ, B. van. *et al.* (Ed.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- SILVA, J.R. da; OLIVEIRA, H.J. de. Nutrição e adubação do maracujazeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.21, n.256, p.52-58, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Belmont: The Benjamin Cummings, 1991.
- TESCARO, M.D. Eficiência do método da saturação de bases para a correção da acidez de um solo Álico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.1998. Caxambu, *Resumos...* Lavras, Universidade Federal de Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Sociedade Brasileira de Microbiologia. p.103, 1998.
- VALE, F.R. *et al.* *Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas*. Lavras: Ufla/Faepe, 1997.

Received on July 01, 2004.

Accepted on September 29, 2004.