

Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra

**Lourival Ferreira Cavalcante^{1*}, Edvânia Lopes², Adriana Araújo Diniz³,
Genival Quirino Seabra Filho⁴, Tony Andresson Guedes Dantas⁵, Járison
Cavalcante Nunes⁶**

¹ CCA/UFPB, Areia, PB, e-mail: lofeca@cca.ufpb.br

² Mestre em Manejo de Solo e Água/CCA/UFPB, Areia, PB, e-mail: elopes@ppgcs.ufpb.br

³ Bolsista PNP/CAPE/PPGCS/UFERSA, Mossoró, RN, e-mail: adrisolos@bol.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo Prefeitura Municipal de João Pessoa, João Pessoa, PB, e-mail: seabrafilho@yahoo.com.br

⁵ IFCE, Crateús, CE, e-mail: tagdantas@yahoo.com.br

⁶ Doutorando PPGA/CCA/UFPB, Areia, PB, e-mail: jarisson2006@yahoo.com.br

*Autor para correspondência.

Resumo

Um experimento foi desenvolvido no município de Remígio, PB, no período setembro de 2009 a junho de 2010, para avaliar o efeito de fontes e doses de cálcio aplicados via foliar sobre a produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo durante a primeira safra. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, em parcelas com 12 plantas distribuídas em três linhas com quatro plantas, usando o esquema fatorial 2 x 5, referente a duas fontes de cálcio (nitrato e cloreto de cálcio) e cinco doses de cálcio (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g L⁻¹) em quatro repetições. As covas com diâmetro de 60 cm foram cobertas com uma camada de 5 cm de espessura de capim *Brachiaria decumbens* e as faces revestidas lateralmente com filme de polietileno para redução das perdas hídricas por evaporação e infiltração lateral da água do ambiente radicular. A pulverização das plantas com cálcio, independentemente da fonte, elevou o número de frutos e a produtividade do maracujazeiro amarelo com superioridade nos tratamentos com nitrato de cálcio. As plantas, no início da frutificação, estavam adequadamente supridas em potássio, magnésio, enxofre, mas estavam deficientes em nitrogênio, fósforo, cálcio, boro e manganês.

Palavras Chaves: Fertilização nas plantas, *Passiflora edulis*, maracujá, nutrição.

Abstract

Production and mineral composition of yellow passion fruit plants under foliar fertilization with calcium - first harvest. An experiment carried out in Remígio county, Paraíba State, Brazil, during the period of September/2009 to Jun/2010, in order to evaluate the effects of source and calcium doses applied to leaves on production and mineral composition of yellow passion fruit plants referring to first crop. Treatments were arranged in randomized blocks in plots with 12 plants for evaluation using a factorial design 2 x 5, referring the two calcium sources (calcium nitrate and calcium chloride) and five doses of calcium at levels 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 g L⁻¹ with four replications. The caves were cover with a layer of 5 cm of grass *Brachiaria decumbens* and lateral protection with polyethylene film aiming to reduce water loss by evaporation and lateral infiltration of the root ambience of the plants. The leaf plants pulverization with calcium independently of the source increased the fruit number by plant and the plant productivity of yellow passion fruit plants and in more proportion in plants of treatments with calcium nitrate. Plants on initio of fructification adequately supplied in potassium, magnesium, sulfur but they were with deficiency in nitrogen, phosphorus, calcium, boron manganese.

Key words: Fertilization in plants, *Passiflora edulis*, passion fruit, nutrition

Introdução

A fruticultura brasileira ocupa lugar de expressão na agricultura mundial. Nesse contexto, o Brasil vem se destacando como o terceiro produtor mundial de frutas (Agrarianal, 2013) e contribuindo para o crescimento do agronegócio da produção de frutas, alavancando o desenvolvimento do

setor agrícola (Meletti, 2011). As áreas de cultivo e a produção do maracujá têm aumentado nos últimos anos (Hafle et al., 2009), devido às condições climáticas favoráveis, que vão desde as regiões quentes dos trópicos até as de clima subtropical (Ataíde et al., 2006), destacando-se principalmente, a região Nordeste, em função das condições

edafoclimáticas favoráveis para a cultura, exceto a pluviosidade (Cavalcante et al., 2012a; Freire et al., 2013).

Dentre os fatores responsáveis pelo aumento da produção do maracujazeiro, se inserem a fertilização dos solos e a nutrição mineral das plantas. O sucesso da aplicação de cada fertilizante depende do valor potencialmente disponível de cada elemento no solo e do teor adequado de cada nutriente na matéria seca das folhas. Nesse contexto, a adubação constitui uma importante etapa para o manejo das culturas em geral, inclusive do maracujazeiro amarelo. Associado ao valor quantitativo, o conhecimento das funções de cada componente à planta, exerce importância que mesmo sob irrigação constante, controle de plantas competitivas, pragas e doenças, nem sempre a fertilização do solo resulta numa lavoura bem conduzida. Por isso, além da dose, deve-se considerar também a função do elemento essencial ao crescimento e desenvolvimento para a produção com qualidade.

As fertilizações dos solos para a formação e produção do maracujazeiro amarelo, na grande maioria dos plantios brasileiros, têm sido feitas, com maior concentração, em nitrogênio, potássio, fósforo e cálcio. O fornecimento do cálcio quase sempre é oriundo do calcário, em geral, aplicado no solo apenas por ocasião do preparo da área para o plantio como uma das operações de implantação do pomar. Em muitos casos, o cálcio é adicionado ao solo apenas através da matéria orgânica (Diniz et al., 2009; Silva et al., 2012) e da aplicação de calcário ou da adubação fosfatada com superfosfato simples (Lima Neto et al., 2013). Diante disso, por ser o calcário pouco solúvel em água (van Raj et al., 2001) a matéria orgânica pouco concentrada em cálcio (Diniz et al., 2009) e o maracujazeiro amarelo ser uma planta bastante vigorosa, de crescimento contínuo e exigente em cálcio (Cavalcante et al., 2012b), a composição da cultura no respectivo nutriente deve ser avaliada com base no mesmo nível de importância dada ao nitrogênio e ao potássio.

Uma das tentativas de reduzir o desbalanço nutricional das plantas é o fornecimento de alguns fertilizantes via adubação foliar, visando à aplicação de

macronutrientes e micronutrientes utilizados para complementar e não para substituir os elementos fornecidos via solo. Em geral, emprega-se para suprir uma deficiência eventual ou em condições especiais, quando a aplicação no solo não é suficiente. O fornecimento do adubo deve garantir um aumento na produção que, além de cobrir os gastos com o fertilizante deve compensar economicamente (Camargo e Silva, 2001; Rebequi et al., 2011).

Tradicionalmente a adubação do maracujazeiro amarelo é realizada via solo o que justifica serem carentes ainda as informações sobre fertilização das plantas via pulverização (Rebequi et al., 2011). A adubação foliar é mais empregada em frutíferas, tem a função de complementar e não de substituir os elementos fornecidos via solo, como no caso do cálcio. Apesar dos nutrientes serem fornecidos diretamente nas folhas e na forma absorvível pode haver riscos de perdas por escoamento e parte da dose aplicada ser absorvida pelas raízes (Malavolta, 2006).

A lenta mobilidade do cálcio no solo e nos tecidos vegetais pode limitar a sua disponibilidade para absorção radicular e distribuição entre os diferentes órgãos das plantas. Mesmo admitindo ser o cálcio quantitativamente menos exigido pelas plantas em relação ao nitrogênio e potássio a necessidade do macronutriente pelo maracujazeiro amarelo aumenta significativamente a partir do início da floração e vai até a frutificação (Quaggio & Pizza Júnior, 1998).

O cálcio, após o nitrogênio e potássio, assim como na maioria das plantas cultivadas (Malavolta et al., 1997, Malavolta, 2006; Cavalcante et al., 2012b) é o terceiro macronutriente mais acumulado na matéria do maracujazeiro amarelo (Quaggio e Piza Júnior, 1998; Nascimento et al., 2011). Além de ser constituinte estrutural dos pectatos de cálcio, participar do funcionamento das membranas, além da absorção iônica; contudo, sua mobilidade na planta é lenta, expressando muito baixa redistribuição entre os órgãos das plantas, por isso seus sintomas de deficiência se manifestam inicialmente nas folhas mais jovens, órgãos de crescimento ou frutos em desenvolvimento (Malavolta, 2006).

Diante das limitações referidas, da exigência da cultura pelo elemento no período da floração, do solo ser pobre em cálcio e dos riscos da incorporação do calcário ao solo na fase de crescimento devido o sistema radicular do maracujazeiro ser superficial (Sousa et al., 2002), o suprimento de cálcio às plantas via adubação foliar deve constituir-se numa prática viável.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de cálcio via foliar, a partir de cloreto e nitrato de cálcio, na produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo por ocasião da primeira safra.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no município de Remígio, PB, localizado a 6°53' 00" de latitude Sul, 36°02'00" a Oeste e a 470 m acima do nível do mar, no

período de setembro de 2008 a junho de 2009. O clima do município conforme classificação de Koppen é do tipo As' que significa quente e úmido com período chuvoso de março a agosto. Nos anos de 2009 e 2010 as precipitações pluviométricas foram 1.105 e mm, os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar foram respectivamente 24,6 e 24, 8 °C, 72 e 70%.

O solo da área experimental tem declividade de 10%, conforme os critérios da Embrapa (2006), foi classificado como Cambissolo Húmico Distrófico. Na profundidade de 0 - 40 cm possui os atributos físicos e químicos, contidos na Tabela 1, determinados conforme Bonagema et al. (2011). Pelos dados, o solo possui textura arenosa, é moderadamente ácido, pobre em fósforo e cálcio e continha teores médios de potássio, magnésio e matéria orgânica.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo, á profundidade de 0-40 cm, antes da aplicação dos tratamentos.

Atributos Físicos	Valores	Atributos Químicos	Valores
Areia (g kg ⁻¹)	696	pH em água (1,0:2,5)	5,4
Silte (g kg ⁻¹)	139	P (mg dm ⁻³)	10
Argila (g kg ⁻¹)	165	K (mg dm ⁻³)	78
Ada (g kg ⁻¹)	25	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,2
GF (%)	74	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1
ID (%)	26	H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,1
Ds (kg dm ⁻³)	1,36	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,3
Dr (kg dm ⁻³)	2,68	H ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,8
Pt (m ³ m ⁻³)	0,49	SB (cmol _c dm ⁻³)	2,38
M (m ³ m ⁻³)	0,23	CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,6
M (m ³ m ⁻³)	0,17	a (%)	12
Adi (g kg ⁻¹)	76	V (%)	38,1
Ucc (g kg ⁻¹)	107	MO (g kg ⁻¹)	15,7
Upmp (g kg ⁻¹)	31	Classificação	Distrófico

Ada = argila dispersa em água; GF = grau de floculação; ID = índice de dispersão; Ds e Dr = densidade do solo e densidade real; Pt = porosidade total; M e m = macro e microporosidade; Adi = água disponível; Ucc e Upmp = umidade a tensão de - 0010 e - 1,50; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; a = acidez efetiva (saturação em alumínio); V = saturação por bases; MO = matéria orgânica.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, em parcelas com 12 plantas úteis, distribuídas em três linhas de quatro plantas. O esquema fatorial utilizado foi 2 x 5, referente a duas fontes de cálcio (nitrato e cloreto de cálcio) e cinco doses de cálcio (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g L⁻¹) com quatro repetições.

As covas foram abertas 30 dias antes do plantio e incorporados 15 L de esterco bovino de relação C/N 18:1,

juntamente com 250 g de superfosfato simples (20% P₂O₅, 10 a 12% S e 18 a 20% Ca) e 100 g de cloreto de potássio (56% K₂O), conforme São José et al. (2000).

O plantio foi efetuado no final de setembro de 2009, nas distâncias de 4 m entre plantas e 6 m entre linhas, em covas com diâmetro de 60 cm, profundidade de 40 cm e volume de 113 L. Para reduzir as perdas de água, por evaporação e por infiltração lateral do ambiente das raízes, as

covas foram cobertas com uma camada de 5 cm de espessura de capim *Brachiaria decumbens* desidratado e as faces laterais das covas foram revestidas com filme de polietileno como trabalharam também Cavalcante et al. (2005).

A espaldeira para sustentação das plantas foi feita com um arame liso nº 12 instalada no sentido cruzado (Leste-Oeste e Norte-Sul), verticalmente às covas a 2,0 m de altura no topo das estacas. Nesse sistema de cultivo cada planta emitiu quatro ramos principais, dois ramos com 2 m e dois com 3 m, respectivamente.

As doses de cálcio nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g L⁻¹ de água, na forma de nitrato de cálcio

(19,0% de cálcio e 15,5% de N) e cloreto de cálcio (27,2% de cálcio e 48,3% de cloreto), foram aplicadas mensalmente, iniciadas aos 60 dias após o plantio até o final da colheita. Para minimizar os efeitos de derivações no momento das pulverizações entre plantas de tratamentos distintos e também para reduzir que parte da solução escoada de cada tratamento se infiltrasse no ambiente radicular, no momento das pulverizações as plantas e o solo eram protegidos com filmes plásticos. No momento de cada pulverização foram medidos o pH e a condutividade elétrica nas soluções e apresentados os valores médios durante o período da primeira safra (Tabela 2).

Tabela 2. Valores do pH e condutividade elétrica nas soluções de cálcio

Doses de cálcio	pH		CE	
	F1	F2	F1	F2
g L ⁻¹	-----		-----mS cm ⁻¹ -----	
0,0	6,4	6,4	0,30	0,30
0,5	6,9	7,5	3,17	2,92
1,0	6,6	7,4	5,40	5,46
1,5	7,2	7,6	7,80	7,60
2,0	7,3	7,6	10,0	9,72

F1= nitrato de cálcio; F2= cloreto de cálcio.

As adubações nitrogenada e potássica em cobertura, a partir do sulfato de amônio e do cloreto de potássio foram feitas mensalmente conforme Santos (2001). Durante a fase de formação da cultura, adotou-se a razão de 1N:1K tomando como referência 10 g de nitrogênio, a partir do início da floração a dose de N foi elevada para 20 e a de K para 30 g, aumentando a relação N:K de 1:1,5. O suprimento de fósforo, no início da floração, foi feito com 150 g de superfosfato simples por planta (São José et al., 2000).

As plantas no período da estiagem, (setembro/2009 a fevereiro/2010), foram irrigadas diariamente com água não salina [CE = 0,32 dS m⁻¹ e RAS = (5,60 mmol L⁻¹)^{1/2}]. As lâminas aplicadas foram baseadas na evapotranspiração da cultura - ETc, obtida pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' (ETa x 0,75), instalado no local do experimento (ETo = ETc x 0,75) e por cada coeficiente de cultivo - Kc de 0,4; 0,8 e 1,2 (ETc = ETo x Kc). Nos primeiros 60 dias adotou-se Kc de 0,4, dos 60 aos 90

dias Kc de 0,8 e a partir da floração até a colheita o Kc de 1,2, tomando como referência a lâmina média de 16 mm, conforme sugestões de Gondim et al. (2009), para a mesma cultura, em local próximo ao do experimento. O método de aplicação foi localizado por gotejamento funcionando na pressão de serviço de 0,16 MPa, com dois gotejadores tipo Katife, com vazão de 3,75 L h⁻¹, instalados no sentido leste - oeste, a 20 cm do diâmetro do caule de cada planta.

No início da floração das plantas, aos 110 dias após o plantio (10/12/2008) foram coletadas amostras correspondentes a terceira ou quarta folha, a partir do broto terminal, dos ramos produtivos medianos sadios, conforme sugerido por Malavolta et al. (1997), para avaliação da composição mineral em macro e micronutrientes na matéria seca foliar. O material foi lavado em água corrente e posteriormente submerso em água deionizada para a retirada de impurezas provenientes do manuseio, colocado em estufa com circulação de ar, a 60 °C durante 72 horas, e

posteriormente triturado em moinho tipo Willye TE – 650.

A colheita foi feita diariamente, no período de março a junho de 2009, retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 30% da área da casca com coloração amarelada (Gondim et al., 2009), em seguida foram armazenados em recipientes arejados para contagem, avaliação da massa média e produtividade.

Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste “F” para diagnóstico de efeitos significativos e por

regressão polinomial, utilizando o programa SAS® versão 9.3 (SAS®, 2011).

Resultados e discussão

A interação fontes x doses de cálcio exerceu efeitos significativos sobre o número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade. Quanto à composição mineral, exceto em magnésio, interferiu estatisticamente nos teores de todos os demais macronutrientes, micronutrientes e sódio na matéria seca foliar das plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Resumos das análises de variância, referentes ao número de frutos (NF), massa média de frutos (MMF), produtividade total (PT), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) em plantas adubadas com cálcio via foliar.

FV	GL	Quadrados médios		
		Produção		
		NF	MMF	PT
Bloco	3	167,491 ^{ns}	23,401 ^{ns}	0,516 ^{ns}
Fontes (F)	1	2449,225 ^{**}	1507,204 ^{**}	5,285 ^{**}
Doses (D)	4	5606,275 ^{**}	331,200 ^{ns}	59,258 ^{**}
F x D	4	371,350 ^{**}	4321,587 ^{**}	4,934 ^{**}
Resíduo	27	187,880	158,343	0,484
CV (%)		11,638	6,932	7,742

FV	GL	Macronutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		Bloco	3	5,000 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,810 ^{ns}
Fontes (F)	1	0,000*	0,064 ^{ns}	1,600 ^{ns}	14,400 ^{**}	0,064 ^{ns}	3,600 ^{**}
Doses (D)	4	79,400 ^{**}	0,350 ^{**}	51,000 ^{**}	28,466 ^{**}	0,430 ^{**}	1,430 ^{**}
F x D	4	21,000 ^{**}	0,094*	22,600*	14,610 ^{**}	0,014 ^{ns}	0,490 ^{**}
Resíduo	27	11,888	0,031	7,177	1,215	0,082	0,211
CV (%)		12,723	22,204	10,716	14,856	15,146	14,381

FV	GL	Micronutrientes					
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
		Bloco	3	4,874 ^{ns}	1,866 ^{ns}	126,566 ^{ns}	5,100 ^{ns}
Fontes (F)	1	559,504 ^{**}	144,400 ^{**}	74649,600 ^{**}	44,100 ^{ns}	577,600 ^{**}	144480,4000 ^{**}
Doses (D)	4	303,384 ^{**}	848,6000 ^{**}	33021,600 ^{**}	1548,900 ^{**}	163,400 ^{**}	2273,600 ^{ns}
F x D	4	168,464 ^{**}	415,4000 ^{**}	17297,600 ^{**}	151,100 ^{**}	48,600 ^{**}	47554,400 ^{**}
Resíduo	27	8,525	542222	387,281	13,00	29,103	5493,925
CV (%)		10,230	12,065	10,742	10,238	13,031	10,039

O número de frutos colhidos por planta respondeu significativamente à ação da interação nitrato de cálcio x cloreto de cálcio (Figura 1A). Os tratamentos com nitrato foram superiores aos com cloreto de cálcio; o número de frutos colhidos por planta aumentou até o valor de 159 frutos planta⁻¹ na dose máxima estimada de 1,21 g

L⁻¹ de nitrato de cálcio aplicado via foliar. No solo com cloreto de cálcio o número de frutos por planta aumentou com os níveis de cálcio atingindo o maior valor 106 frutos planta⁻¹ na dose estimada de 1,47 g L⁻¹. Tendências de comportamento semelhante foram observadas por Prazeres (2010) ao avaliar a fertilização cálcica via foliar no

maracujazeiro amarelo, onde observou que a pulverização com nitrato de cálcio elevou o número de frutos por planta.

A massa média dos frutos basicamente não variou entre as fontes e doses de cálcio, com os maiores valores de 204,6 e 207,1 g nas doses máximas estimadas de 0,95 e 1,04 g L⁻¹, de nitrato e cloreto de cálcio, respectivamente (Figura 1B). Esses resultados situam-se na faixa de 196 a 210 g fruto⁻¹ obtida por Rodrigues et al. (2009) em frutos de maracujá amarelo no solo com biofertilizante supermagro e K₂O.

Ao considerar que o mercado, desde o início do século XXI, exige frutos com massa média superior a 160 g (Dias et al., 2011) e a cultura ser exigente no macronutriente, a partir da floração até a frutificação (Quaggio & Pizza Júnior, 1998; Cavalcante et al., 2012b), a suplementação de cálcio às plantas via foliar proporciona a produção de frutos de maracujá amarelo compatível com a demanda de mercado.

Quanto às produtividades, assim como constatado para o número de frutos, os efeitos foram mais expressivos para as doses do que para as fontes, mas sempre com superioridade nos tratamentos com nitrato de cálcio.

Pelos resultados, as pulverizações com ambas as fontes de cálcio estimularam a produtividade até os maiores valores de 11,87 e 11,21 t ha⁻¹ referentes às doses máximas estimadas de 1,19 e 1,26 g L⁻¹ de nitrato e cloreto de cálcio respectivamente (Figura 1C).

Apesar do aumento proporcionado pelas doses e fontes de cálcio os maiores rendimentos, de 11,8 e 11,2 t ha⁻¹ referentes às plantas pulverizadas com nitrato de cálcio e cloreto de cálcio, são inferiores à produtividade média brasileira que é da ordem de 14,8 t ha⁻¹ (Agrianual, 2013), em cultivo convencional, isto é, adubação mineral via solo. Os valores são inferiores também aos 13,7 t ha⁻¹ colhidos por Cavalcante et al. (2007) no solo com biofertilizante bovino e aos 26 t ha⁻¹ de Rodrigues et al. (2009), no solo com biofertilizante supermagro e potássio. Mesmo admitindo essa inferioridade, os rendimentos são semelhantes aos 10,8 t ha⁻¹ colhidos por Rebequi et al. (2011) no solo fertilizado com nitrogênio, potássio e pulverizadas com adubo foliar contendo N, P, K, B, Cu, Fe, Mn e molibdênio. Por outro lado, são considerados promissores, uma vez que se referem ao período de colheita, da primeira safra, de apenas quatro meses, isto é, de março a junho de 2010.

A superioridade do número de frutos e da produtividade das plantas nos tratamentos com nitrato de cálcio em relação ao cloreto de cálcio pode ser resposta dos 15,5% de nitrogênio existente no fertilizante nitrogenado e ter contribuído para a disponibilidade mais efetiva de N ao crescimento das plantas e à formação dos frutos.

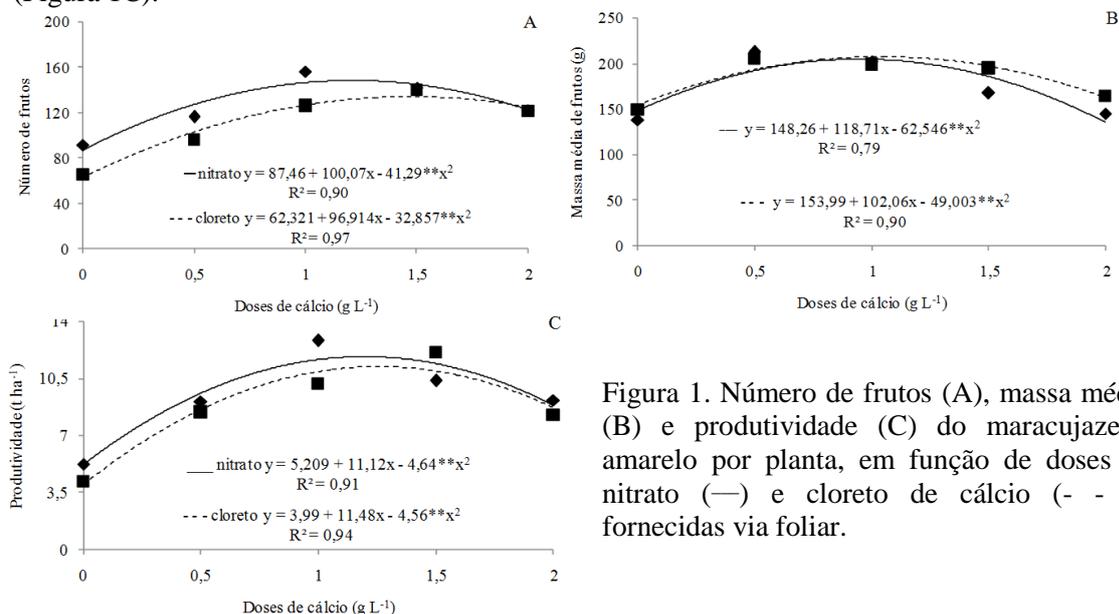


Figura 1. Número de frutos (A), massa média (B) e produtividade (C) do maracujazeiro amarelo por planta, em função de doses de nitrato (—) e cloreto de cálcio (- - -), fornecidas via foliar.

A acumulação de nitrogênio na matéria seca das folhas aumentou até o maior valor de 30,5 g kg⁻¹ na dose máxima de 1,19 g L⁻¹ nas plantas pulverizadas com cloreto de cálcio (Figura 2A). Quanto ao nitrato de cálcio, a aumento das doses estimulou o teor do nutriente nas folhas de 22,5 para 33 g kg⁻¹, mas, basicamente sem diferir estatisticamente com o teor de 30,5 g kg⁻¹ relativo ao cloreto de cálcio. Apesar do nitrato de cálcio conter 15,5% de N, o seu fornecimento via foliar ter elevado os teores de N em relação aos tratamentos sem o insumo e em comparação com o cloreto de cálcio que não contém N, as plantas no início da frutificação estavam com valores abaixo da faixa admitida como ideal à cultura que, conforme Malavolta et al. (1997), oscila de 40 a 50 g kg⁻¹. Essa situação evidencia que as aplicações mensais de nitrogênio com 10 g até a floração e com 20 g após a floração até colheita não supriram adequadamente às plantas.

Quanto ao fósforo, as distintas fontes de cálcio exerceram efeitos semelhantes na acumulação foliar de fósforo, mas com superioridade para o cloreto em relação ao nitrato de cálcio (Figura 2B). Os dados aumentaram até 0,93 e 0,75 g kg⁻¹ nas doses máximas estimadas de 0,76 e 0,5 g L⁻¹ de cloreto e nitrato de cálcio respectivamente. A pulverização das plantas com doses acima das referidas comprometeu a acumulação do macronutriente na matéria seca foliar das plantas. Esses dados estão abaixo da amplitude de 2,3 a 2,7 g kg⁻¹ exigida pelo maracujazeiro amarelo como comentado por Prado & Natale (2006) para cultura explorada na região Sudeste do Brasil. Pelos dados e pela comparação quantitativa, no início da frutificação, as plantas se apresentavam deficientes em fósforo. Com base nessa afirmativa, a aplicação de 250 g cova⁻¹ de superfosfato simples que contém 20% de P₂O₅, na preparação das covas e 150 no início da frutificação das plantas não foi suficiente ao suprimento adequado da cultura em fósforo.

A acumulação de potássio foi estimulada pelo aumento dos níveis de nitrato e cloreto de cálcio (Figura 2C). Os teores aumentaram de 22 g kg⁻¹ para até 29,1 g kg⁻¹ e de 20 para 27,8 g kg⁻¹ nas

doses máximas de 1,01 e de 1,23 g L⁻¹ de nitrato e cloreto de cálcio respectivamente. Ao considerar que os teores situam-se na amplitude de 20 a 30 g kg⁻¹ adotada como suficiente à cultura, as plantas de maracujazeiro amarelo, no início da frutificação, conforme Prado & Natale (2006) estavam adequadamente supridas em potássio.

A pulverização mensal das plantas com ambas as fontes de cálcio elevou a acumulação do nutriente na matéria seca foliar, com maior eficiência nas plantas tratadas com cloreto de cálcio. Os teores foram elevados de 5,2 até 8,4 g kg⁻¹ e de 4,2 até 7,1 g kg⁻¹ nas respectivas doses máximas estimadas de 1,1 e 1,2 g L⁻¹ de cloreto e de nitrato de cálcio (Figura 2D). Os maiores valores acumulados nas plantas pulverizadas com cloreto de cálcio deve ser resposta da maior proporção de cálcio (27,2%) da fonte cloreto em comparação com os 19% do nitrato de cálcio. Apesar da adição do nutriente, com a aplicação do superfosfato simples que contém de 18 a 20% de cálcio, na preparação das covas e no início da frutificação das plantas, e das pulverizações mensais com nitrato e cloreto de cálcio, a cultura estava com carência de cálcio, uma vez que os teores exigidos pelo maracujazeiro amarelo variam entre 15 a 20 g kg⁻¹ na matéria seca foliar (Malavolta et al., 1997).

Os teores de magnésio nas folhas não variaram em função das fontes, mas foram elevados com as doses de cálcio aplicadas via pulverização das plantas (Figura 2E). Os valores aumentaram de 1,7 g kg⁻¹, nos tratamentos sem aplicação de cálcio, até 2,1 g kg⁻¹ na dose de 0,92 g L⁻¹. Essa situação diverge de Malavolta (2006) ao constatar que o aumento da disponibilidade de cálcio diminui a absorção de magnésio pelas plantas. O valor de 2,1 g kg⁻¹ indica teor suficiente de magnésio exigido pelo maracujazeiro amarelo que oscila de 1,9 a 2,4 g kg⁻¹ (Prado & Natale, 2006). Ao considerar que nenhum dos insumos continha magnésio, a situação evidencia também que o teor médio do macronutriente de 1 cmol_c dm⁻³ existente no solo antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1) não foi suficiente à exigência da cultura, visto que o valor de

1,7 g kg⁻¹ está aquém do limite mínimo suficiente ao maracujazeiro amarelo.

A interação fontes x doses de cálcio exerceu efeitos significativos sobre os teores de enxofre na matéria seca foliar das plantas com superioridade para o nitrato de cálcio (Figura 2F). Os teores foram elevados para até 3,9 e 3,3 g kg⁻¹ nas doses máximas estimadas de 1,06 e 1,42 g L⁻¹ de nitrato e cloreto de cálcio respectivamente. Comparativamente esses resultados são marcadamente inferiores aos 16,6 g kg⁻¹ de

S registrados por Rodrigues et al. (2009) em plantas de maracujazeiro amarelo no solo tratado com biofertilizante supermagro e cloreto de potássio. Apesar de expressivamente mais baixos que o valor obtido pelos referidos autores, os teores expressam que as plantas no início da frutificação estavam suficientemente supridas em enxofre que segundo Malavolta et al. (1997) devem conter entre 3 e 4 g kg⁻¹ do macronutriente na matéria seca foliar.

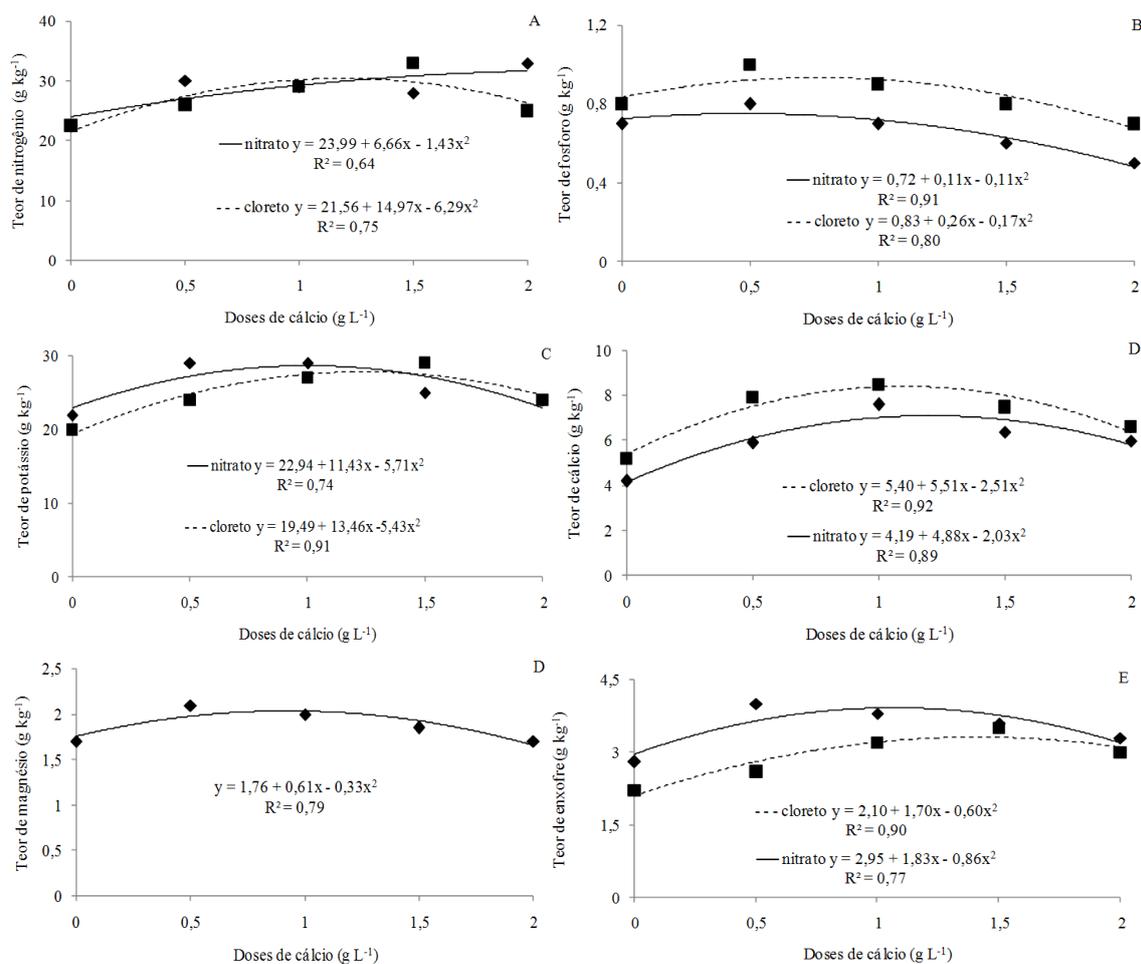


Figura 2. Teores foliares de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F), em folhas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de nitrato (—) e cloreto de cálcio (- - -), fornecidas via foliar.

A pulverização das plantas com cálcio, independentemente da fonte, estimulou a acumulação foliar de boro com superioridade nas plantas tratadas com nitrato em ralação às do cloreto de cálcio (Figura 3A). Os valores do micronutriente referentes às plantas dos tratamentos com Ca(NO₃)₂ aumentaram até 42,8 mg kg⁻¹ na

dose máxima estimada de 1,09 g L⁻¹, mas as pulverizações com doses em concentrações acima desse valor inibiram a acumulação do micronutriente na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo. O cloreto de cálcio apesar de estimular a acumulação de boro nas plantas, com o aumento das doses aplicadas, proporcionando o maior valor de

28,4 mg kg⁻¹ na dose máxima aplicada do insumo, foi menos eficiente que o nitrato de cálcio. Pelos valores, no início da frutificação, as plantas pulverizadas com nitrato de cálcio estavam com teores adequados e as tratadas com cloreto de cálcio estavam deficientes no micronutriente, visto que plantas de maracujazeiro amarelo exigem entre 40 e 50 mg kg⁻¹ de boro (Malavolta et al., 1997).

Quanto ao cobre, o comportamento dos dados na matéria seca foliar das plantas foi semelhante ao boro. Nos tratamentos com nitrato de cálcio, a acumulação do nutriente na matéria seca foliar aumentou atingindo o maior valor de 27,9 mg kg⁻¹ na dose estimada de 1,11 g L⁻¹. Nas plantas pulverizadas com cloreto de cálcio os valores aumentaram até 40 mg kg⁻¹ na maior dose do insumo fornecido (Figura 3B). Ao admitir que o maracujazeiro amarelo demanda entre 10 e 20 mg kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997) se constata que ambas as fontes de cálcio supriram adequadamente as plantas em cobre.

Ao contrário do verificado para o boro e o cobre, o cloreto de cálcio foi mais eficiente que o nitrato de cálcio na acumulação foliar de ferro pelas plantas (Figura 3C). Os teores foram elevados para até 164 e 410 mg kg⁻¹ nas plantas tratadas com nitrato e com cloreto de cálcio respectivamente. Pelos resultados, no início da frutificação, as plantas estavam nutricionalmente equilibradas em ferro, que exigem, em média, de 120 a 200 mg kg⁻¹ do micronutriente na matéria seca das folhas (Malavolta et al., 1997).

A pulverização das plantas com cálcio, independentemente da fonte, estimulou a acumulação foliar de manganês, elevando os teores para até 47,9 e 48,1 mg kg⁻¹ nas doses máximas estimadas de 1,17 e 1,58 mg L⁻¹ de nitrato e cloreto de cálcio (Figura 3D). Entretanto, apesar do estímulo, esses valores são aquém da variação de 400 a 600 mg kg⁻¹ exigida pela cultura (Malavolta et al., 1997) e

indicam deficiência das plantas no micronutriente.

A pulverização das plantas com ambas as fontes estimulou a acumulação de zinco na matéria seca foliar, em função das doses de cálcio, com supremacia (exceto na maior dose) para o nitrato de cálcio (Figura 3E). Nas plantas tratadas com nitrato de cálcio o maior valor de 49,3 mg kg⁻¹ correspondeu a dose máxima estimada de 1,3 g L⁻¹. Nas plantas dos tratamentos com cloreto de cálcio o maior teor de 44 mg kg⁻¹ foi determinado na matéria seca das plantas pulverizadas com a maior dose de cálcio (2 g L⁻¹). Os resultados expressam que as plantas, por ocasião da amostragem, estavam nutricionalmente equilibradas em zinco, uma vez que exigem entre 25 e 60 mg kg⁻¹ do micronutriente na matéria seca das folhas (Prado & Natale, 2006).

Os teores de sódio apresentaram comportamentos diferenciados, com o aumento das doses, em função das distintas fontes de cálcio (Figura 3F). Pelos resultados, a pulverização das plantas com cálcio oriundo do nitrato inibiu e com cloreto de cálcio estimulou a acumulação de sódio na matéria seca das folhas. Nas plantas tratadas com nitrato de cálcio o declínio foi de 750 para 539 mg kg⁻¹ e com cloreto de cálcio o incremento foi de 750 para 886 mg kg⁻¹.

O sódio apesar de não ser nutriente essencial foi absorvido e acumulado nas folhas em maior proporção do que qualquer micronutriente, inclusive ferro e manganês que são os mais exigidos pela cultura. Comparativamente, os dados são inferiores às variações de 1.310 a 2.630, de 1.613 a 1.730 e de 2.210 a 2.492 mg kg⁻¹ obtidas por Cavalcante et al. (2008), Rodrigues et al. (2009) e por Gondim et al. (2009) em plantas de maracujazeiro amarelo sob irrigação com água não salina (0,5 dS m⁻¹), respectivamente no solo com biofertilizante comum e supermagro, supermagro e sem nenhum tipo de insumo orgânico.

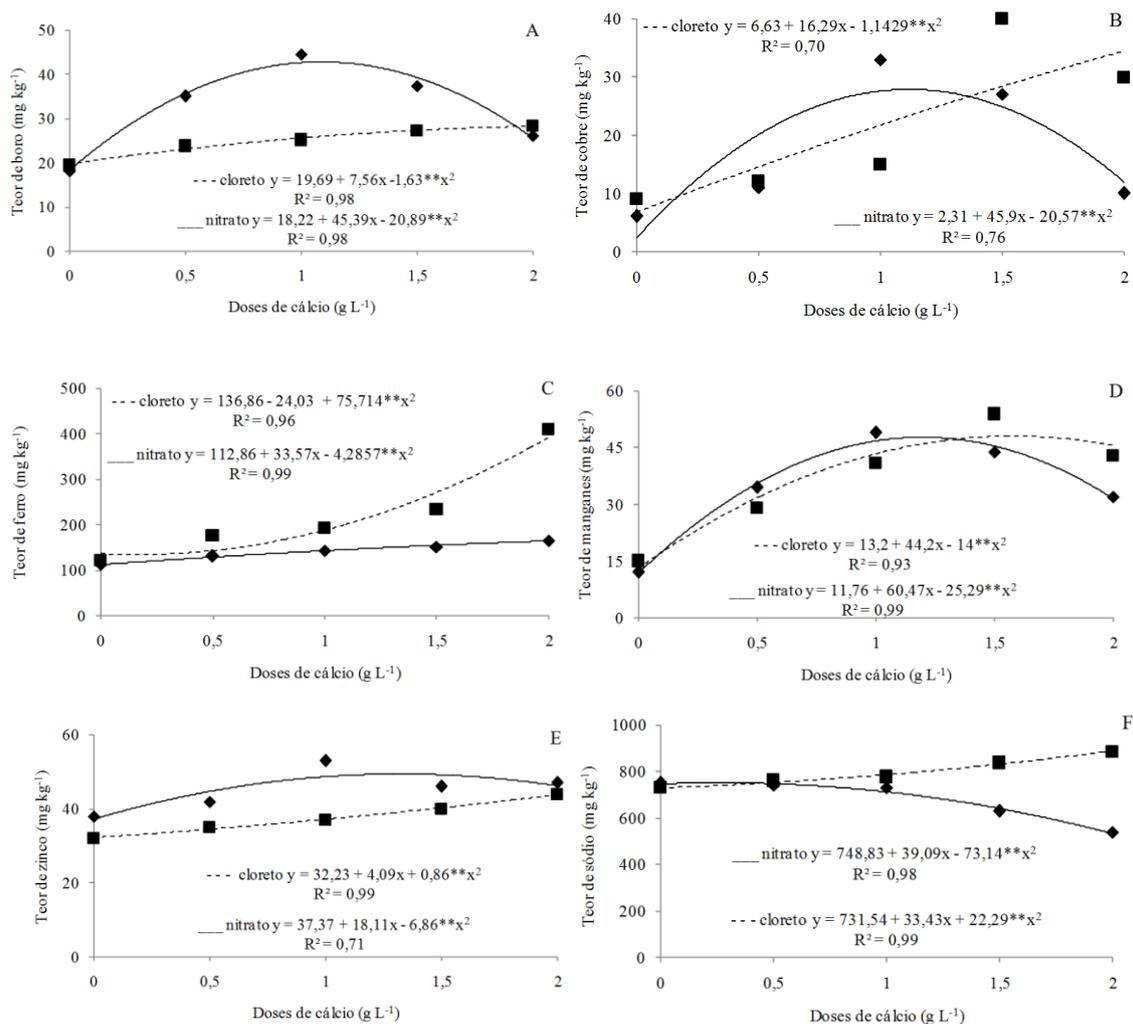


Figura 3. Teores foliares de boro (A), cobre (B), ferro (C), manganês (D), zinco (E) e sódio (F) e em folhas de maracujazeiro amarelo, em função das fontes nitrato (—) e cloreto de cálcio (- -) fornecidas via foliar.

Conclusão

O nitrato de cálcio superou o cloreto de cálcio no número de frutos por planta, produtividade e teores foliares de potássio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco.

O cloreto de cálcio proporcionou maior massa média dos frutos e maior acumulação foliar de fósforo, cálcio, ferro e sódio nas plantas que o nitrato de cálcio.

No início da frutificação, as plantas estavam adequadamente supridas em potássio, magnésio, enxofre, cobre, ferro e zinco, mas estavam deficientes em nitrogênio, fósforo, cálcio, boro e manganês.

A acumulação de sódio na matéria seca foliar das plantas, independentemente

da fonte de cálcio, foi superior a de qualquer micronutriente.

Referências

- AGRIANUAL 2013: **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 163p.
- ATAÍDE, E. M.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; RODRIGUES, J. D.; BARBOSA, J. C. Efeito de giberelina (ga_3) e do bioestimulante 'stimulate' na Indução floral e produtividade do maracujazeiro-amarelo em condições de safra normal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.343-346, 2006.

- BONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos / Embrapa Solos,132).
- CAMARGO, P. N., SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. Ed. Herba. São Paulo: 2001. 256 p.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L., SANTOS, G. D. Micronutrients and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, Paris, v.63, n.1, p.27-36, 2008.
- CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina, em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.229-240, 2005.
- CAVALCANTE, L. F. ; CAVALCANTE, I. H. L.; RODOLFO JUNIOR, F.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Leaf - macronutrient status and fruit yiel of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 35, p. 176-191, 2012b.
- CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: CAVALCANTE, L. F. (editor.). **O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra. cap. 1, 2012a, p. 1-32.
- CAVALCANTE, L. F. C.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. B. Crescimento e produção do maracujazeiro em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.1, p. 15-19, 2007.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.
- DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em função da aplicação de biofertilizante e matéria orgânica no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Suplemento Especial, n.1, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 360p.
- FREIRE, J. L. O.; C, L. F.; Nascimento, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, p. 57-70, 2013.
- GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F., GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.100-107, 2009.
- HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; FERREIRA, E. A.; MELO, P. C. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.763-770, 2009.
- LIMA NETO, A. J.; DANATAS, T. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 1- 8, 2013.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:**

- princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.83-91, 2011.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; SILVA, S. A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p.729-735, 2011.
- PRADO, R. M.; NATALE, W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil.** Uberlândia: EDUFU, 2006. 192p.
- PRAZZERES, S. S. **Resposta do maracujazeiro amarelo submetido à irrigação com água salina sob fertilização cálcica via foliar.** Areia. 2010. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- QUAGGIO, J. A.; PIZZA JÚNIOR, C. T. Nutrição mineral da cultura do maracujá. In: Ruggiero, C. In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujá, 5, Jaboticabal, 1998, **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998, p. 130-156.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento e produção de maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis e combinações de adubações nitrogenada e potássica no solo e foliar nas plantas. **Magistra**, Cruz das Almas, v.23, n.1, p.35-42, 2011.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n.2, p. 117-124, 2009.
- SANTOS, G. P.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; BRITO, M. E. B.; BARBOSA, J. A. Produção de pitangueira utilizando adubação organomineral e irrigação com água salina. *Irriga*, Botucatu, v. 17, p. 510-522, 2012
- SANTOS, J. B. **Estudo das relações nitrogênio:potássio e cálcio:magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo.** 2001. 88 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIERES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUSA, I. V. B.; BONFIM, M. P. **Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização.** Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 2000. 316p.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide.** Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.
- SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; M. Redimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 253-257, 2012.
- SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n.1, p. 51-56, 2002.
- VAN RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTERELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomico, 2001. 285p.