

# Estado nutricional e clorofila foliar do maracujazeiro-amarelo em função de biofertilizantes, calagem e adubação com N e K

## Nutritional status and leaf chlorophyll of the yellow passion fruit as a function of biofertilizer, liming with NK fertilization

Gabriel Barbosa da Silva Júnior<sup>1</sup>, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante<sup>2</sup>, Francisca Gislene Albano<sup>3</sup> e Josy Anteveli Osajima<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Campus Professora Cinobelina Elvas/Universidade Federal de Piauí [CPCE/UFPI], Bom Jesus, Piauí, Brasil.  
E-mail: gabriel10barbosa@hotmail.com, author for correspondence.

<sup>2</sup> Campus Professora Cinobelina Elvas/Universidade Federal de Piauí [CPCE/UFPI], Bom Jesus, PI. E-mail: italohlc@ufpi.edu.br

<sup>3</sup> Campus Professora Cinobelina Elvas/Universidade Federal de Piauí [CPCE/UFPI], Bom Jesus, PI. Bolsista PIBIT/ CNPq.  
E-mail: lgislene\_fga@hotmail.com

Recebido/ Received: 2011.09.10  
Aceitação/ Accepted: 2013.01.24

### RESUMO

Diante dos altos custos de produção e da necessidade de conservação dos recursos ambientais, vem-se buscando alternativas agroecológicas, priorizando a qualidade do produto e reduzindo o nível de contaminações dos agroecossistemas. Assim, realizou-se um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de biofertilizantes líquidos, adubação com 50 e 100% da recomendação de adubação nitrogenada e potássica em cobertura (NK), na ausência e presença de calagem, aplicado no solo sobre o estado nutricional e clorofila foliar do maracujazeiro-amarelo em Bom Jesus, PI. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com tratamentos distribuídos em esquema fatorial  $2 \times 3 \times 2$ , correspondentes à calagem, biofertilizantes (sem bio, biofertilizantes simples e enriquecido) e adubação mineral com quatro repetições. Os teores dos macronutrientes foliares de plantas de maracujazeiro-amarelo são influenciados pelos tipos de biofertilizantes, calagem e adubação mineral. A dose 100% de NK é mais eficiente no teor de N, K, Ca e Mg na massa seca foliar do maracujazeiro-amarelo.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, nutrição de plantas, *Passiflora edulis*

### ABSTRACT

Due to the high production costs and the preservation necessity of environmental resources, ecological alternatives have been seeking for, emphasizing product quality, mitigating the level of contaminations of the agroecosystems. So, we carried out a study aiming to evaluate the effect of liquid biofertilizers, fertilization with 50 and 100% of the recommendation of nitrogen and potassium fertilization on coverage (NK), in the absence and presence of liming, applied to the soil on the nutritional status and leaf chlorophyll in the yellow passion fruit Bom Jesus, PI. We adopted the randomized block design with treatments arranged in a factorial  $2 \times 2 \times 3$ , corresponding to liming, biofertilizers (without biofertilizer, simple biofertilizer and biofertilizer enriched) and mineral fertilizer with four replications. The contents of macronutrients in leaves of yellow passion fruit plants are influenced by the types of biofertilizers, liming and mineral fertilization. Dose 100% of NK is efficient in the accumulation of N, K, Ca e Mg in the leaf drought weight of the yellow passion fruit.

**Keywords:** Organic fertilization, plant nutrition, *Passiflora edulis*

## Introdução

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é uma cultura em expansão no Brasil, encontrando condições adequadas de solo e clima para expressar seu potencial, o que torna o país o maior produtor mundial dessa fruta, sendo as regiões Norte e Nordeste detentoras de mais de 50% da produção nacional (IBGE, 2011).

O maracujazeiro é considerado uma planta de crescimento rápido, vigoroso e contínuo, exigindo uma grande disponibilidade de nutrientes para o crescimento e a produção. Dessa forma, o uso da adubação orgânica para essa cultura é cada vez mais frequente, tendo como objetivo o cultivo de plantas mais vigorosas, razão pela qual uma adubação equilibrada é considerada essencial para alcançar maior longevidade, melhor sanidade e, sobretudo, elevadas produtividades (Costa *et al.*, 2008).

Atualmente, o consumidor brasileiro e mundial está exigindo produtos obtidos sob cultivo com menor utilização de fertilizantes minerais adicionados aos solos e o controle de pragas e doenças com menos defensivos químicos ou agrotóxicos (Cavalcante *et al.*, 2006). Assim, nos últimos anos, tem aumentado de forma considerável, o uso de fertilizantes orgânicos em substituição parcial e total aos minerais para o cultivo do maracujazeiro amarelo, tais como os biofertilizantes líquidos (Cavalcante *et al.*, 2012a; Cavalcante *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2008).

O uso de biofertilizantes líquidos, na forma de fermentados microbianos simples ou enriquecidos, tem sido um dos processos empregados no controle das pragas e doenças e na nutrição mineral equilibrada das plantas, baseando-se no equilíbrio nutricional e biodinâmico do vegetal. A importância do biofertilizante, como fertilizante, está nos quantitativos dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais quelatizados e disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal, além de ter a vantagem de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Araújo *et al.*, 2008).

Por outro lado, os teores de nutrientes nas folhas do maracujazeiro-amarelo apresentam variações significativas como se observa em Malavolta *et al.* (1997), Carvalho *et al.* (2000), Borges *et al.* (2002), Dias *et al.* (2004) e Prado e Natale (2006). Estas diferenças podem estar relacionadas com a época de amostragem, idade da planta, manejo, teor de nutriente no solo, etc (Borges *et al.*, 2002).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da adubação com 50 e 100% da recomendação de adubação nitrogenada e potássica

em cobertura (NK), na ausência e presença de calagem e de biofertilizantes simples e enriquecido aplicados no solo sobre o estado nutricional e clorofila foliar do maracujazeiro-amarelo em Bom Jesus, PI.

## Material e Métodos

A experimentação foi desenvolvida no período de março a novembro de 2010, na área experimental da Universidade federal do Piauí (UFPI/CPCE), localizado às coordenadas geográficas 09°04'33" de latitude Sul, 44°21'29" de longitude Oeste com altitude média de 277 m. O município de Bom Jesus pertence à região do semi-árido piauiense com clima quente e úmido classificado por Köppen como Cwa. Durante a execução do ensaio a temperatura média foi de 26,5 °C e a precipitação foi de 912 mm.

O solo da área experimental é propício ao cultivo do maracujazeiro-amarelo cujas características químicas e físicas estão descritas no Quadro 1.

O ensaio foi desenvolvido em esquema fatorial 2 x 3 x 2, correspondentes à: i) calagem (solo sem e com calcário); ii) aplicação dos biofertilizantes: testemunha (sem biofertilizante), biofertilizante simples (esterco bovino fresco fermentado em água) e biofertilizante enriquecido (esterco bovino fresco fermentado em água + fósforo + cinzas); iii) adubação mineral (50 e 100% da recomendação de adubação nitrogenada e potássica em cobertura). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com 4 repetições e 2 plantas de maracujazeiro por parcela, com duas bordaduras, totalizando 192 plantas, numa área de 1.073 m<sup>2</sup>. As covas foram abertas nas dimensões de 40 x 40 x 40 cm em sistema retangular nas distâncias de plantio de 3 x 3 m, com densidade de 1.111 plantas ha<sup>-1</sup>, conforme recomendações de Ruggiero (1998).

Nos tratamentos com calagem, o calcário [dolomítico com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 98%] foi aplicado na dose de 0,975 t/ha, objetivando-se elevar a saturação por bases para 80% conforme a recomendação de adubação e calagem para o estado do Ceará (Fernades, 1993).

Foram adicionados, em cada cova, 10 litros de esterco bovino, 120 gramas de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 240 gramas de cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) e 240 gramas de uréia (45% de N) incorporados até 0,20 m de profundidade.

As características químicas dos biofertilizantes estudados estão representadas no Quadro 2.

O biofertilizante simples foi obtido por fermentação anaeróbica em tambores de 200 litros, misturando-se partes iguais de esterco bovino fresco e água não

salina, mantendo-se em fermentação por 30 dias, de acordo com biofertilizante enriquecido além de esterco bovino fresco e água foi enriquecido com o macronutriente fósforo (P), na quantidade de 1,700 kg de superfosfato simples e 5,00 kg de cinzas como fonte de potássio (K) para um volume de 200L do biofertilizante.

As plantas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) usadas nesse estudo foram propagadas por semente, sendo este o método mais usualmente empregado no estabelecimento de pomares comerciais (Santos *et al.*, 2010) devido ao menor custo de produção (Leonel e Pedroso, 2005). O plantio foi realizado na primeira quinzena de maio de 2010. A irrigação foi feita pelo método de aplicação localizada por gotejamento, fornecendo diariamente uma lâmina de 2,8 mm equivalente a evaporação diária corrigida de acordo com o coeficiente de cultura (Kc) do maracujazeiro, reportado por Allen *et al.* (1998).

Foram realizados tratamentos culturais segundo recomendações de Ruggiero (1998).

A adubação do solo em cobertura foi efetuada aos 30, 60 e 90 dias após o plantio com 11 e 22 gramas de nitrogênio (N) e 16,5 e 33 gramas de potássio (K) para a dose 50 e 100% de NK respectivamente de acordo com a recomendação de adubação para o estado do Ceará (Fernandes, 1993).

Os biofertilizantes foram aplicados na projeção da copa das plantas aos 30, 60 e 90 dias após o plantio na dose de 15 litros m<sup>-2</sup> em uma área de 40 x 40 cm diluídos em água na proporção de 1:1.

Para determinação dos efeitos dos respectivos tratamentos sobre o estado nutricional de plantas de maracujazeiro-amarelo foram coletadas 2 folhas por planta de ramos medianos durante o pré-florescimento para determinação dos macronutrientes segundo a metodologia descrita por Malavolta (1997): a) nitrogênio: determinado em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método semi-micro-Kjeldahl; b) fósforo total: extraído por colorimetria do metavanadato; c) potássio: obtido a partir de fotometria de chama de emissão; d) cálcio e magnésio: determinados seguindo o método de quelatometria do EDTA.

Foi determinado também a clorofila foliar (índice ICF) em folhas recém-maduras e sadias no pré-florescimento, através de clorofilômetro (Falker®). Em cada parcela foram escolhidas duas folhas para obtenção de uma média representativa, efetuando-se três leituras distribuídas em cada folha: na base, na parte mediana e no ápice da folha, conforme recomendações de El-Hendawy *et al.* (2005).

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre os biofertilizantes na ausência e presença de calcário,

**Quadro 1** – Características químicas do solo antes da implantação da experimentação no perfil de 0 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m de profundidade.

Atributos químicos													
Prof.	pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	V	m	M.O
	H <sub>2</sub> O	--mg dm <sup>-3</sup> --	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				-----%-----					-g kg <sup>-1</sup> -	
0 - 0,20	5,53	5,00	21,76	0,06	1,16	0,05	0,80	0,30	1,22	2,38	51,26	3,94	3,85
0,20 - 0,40	5,58	2,72	21,76	0,06	0,83	0,05	0,30	0,15	0,57	1,40	40,71	8,06	2,33

Atributos físicos									
Prof.	Areia		Silte	Argila	Ada	Gf	Ds	Dp	Pt
	Ag	Af							
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				-----g cm <sup>-3</sup> -----			--m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> --	
0 - 0,20	612	317	35	36	00	1000	1,45	2,66	0,45
0,20 - 0,40	594	341	43	22	00	1000	1,53	1,65	0,42

M.O = Matéria orgânica; CTC = Capacidade de troca catiônica [Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; SB = Soma de bases; V = Saturação por bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>/CTC) x 100; m = Saturação por alumínio; Ag = Areia muito grossa; Af = Areia fina; Ada = Argila dispersa em água; Gf = Grau de flocculação; Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total.

**Quadro 2** – Características químicas dos biofertilizantes estudados: simples e enriquecido.

Biofertilizante	N	P	K	Ca	Mg
	-----g.dm <sup>-3</sup> -----				
Simple	0,72	0,04	0,50	0,20	0,12
Enriquecido	0,18	0,23	1,80	0,22	0,14

50 e 100% de adubação com NK, pelo Teste “F” e pelo Teste de Tukey para comparação das médias, usando o software ASSISTAT, seguindo as recomendações de Ferreira (2000).

## Resultados e Discussão

A interação calagem, biofertilizantes e adubação mineral exerceu efeito significativo sobre as concentrações de N, Ca Mg, P e K, situação que evidencia interdependência entre os fatores estudados para estas variáveis, conforme indicado no Quadro 3.

Observou-se também efeito individual da calagem nos teores de N, P, K e Ca ( $p < 0,01$ ), enquanto que o magnésio não sofreu efeito desse fator. Já os biofertilizantes e a adubação mineral causaram efeitos individuais para o N, K, Ca e Mg ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 3).

A clorofila foliar não foi influenciada pelas fontes de variação estudadas, porém, para a adubação mineral, observa-se um incremento de 4,28 % no índice de clorofila foliar (ICF) para as plantas que se desenvolveram sob o uso de 100% da adubação com NK quando comparada à metade da dose (Quadro 3).

O teor de N foliar das plantas foi influenciado pela interação tipos de biofertilizantes x calagem, com superioridade para o tratamento sem biofertilizante na ausência da calagem, com valores oscilando de 30,36 a 37,80 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1A). Para Malavolta *et al.* (1997), o maracujazeiro adequadamente suprido em N deve conter entre 40 e 50 g kg<sup>-1</sup> do nutriente na massa seca foliar. Esses resultados foram inferiores aos apresentados por Carvalho *et al.* (2002) que estudaram os teores de macronutrientes na massa seca foliar do maracujazeiro-amarelo, em função da adubação nitrogenada, irrigação e época de amostragem e obtiveram média de 47,9 g de N kg<sup>-1</sup> de massa seca foliar.

Entre os biofertilizantes, a concentração de P variou de 1,95 g kg<sup>-1</sup> para o biofertilizante enriquecido até

2,95 g kg<sup>-1</sup> para a ausência de biofertilizante, demonstrando que o biofertilizante enriquecido promoveu redução no teor foliar desse nutriente (Figura 1B). Portanto, a adição de superfosfato simples ao biofertilizante não foi capaz de suprir adequadamente as exigências do maracujazeiro-amarelo em fósforo, em virtude de estar, provavelmente, associada às interações entre o complexo químico existente no insumo orgânico após ser aplicado ao solo (Rodrigues *et al.*, 2009). Adicionalmente, o incremento de fósforo foliar promovido pelo biofertilizante simples pode ser explicado por Wu *et al.* (2005) como em função de incremento de atividade micorrízica que esse insumo promove no solo e, conseqüentemente, a associação com fungos micorrízicos arbusculares em solo com baixo ou média concentração de P favorece a nutrição fosfatada do maracujazeiro-amarelo, conforme descreve Cavalcante *et al.* (2012b).

Brasil e Nascimento (2010), estudando a influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo, reportaram valores médios para o P de 5,5 g kg<sup>-1</sup> de massa seca da parte aérea, portanto, superior à média deste trabalho que foi de 2,13 g kg<sup>-1</sup> de massa seca. Em média, as plantas estavam deficientes em fósforo segundo a faixa de 4 a 5 g kg<sup>-1</sup> proposta por Malavolta *et al.* (1997).

O teor de K foi estimulado pela adição dos biofertilizantes simples e enriquecido ao solo na ausência de calagem (Figura 1C). Por outro lado, a concentração desse elemento nas folhas foi inibida pela adição de calcário no solo (Quadro 3), no qual se observa que as plantas cultivadas na ausência de calagem apresentaram valores médios de 14,92 g kg<sup>-1</sup> do nutriente na massa seca foliar, o que representa uma superioridade de 10,5% em relação à presença do corretivo no solo. A redução nos teores de K na massa seca da parte aérea do maracujazeiro-amarelo pode ser justificada pelo antagonismo desse elemento com Ca e Mg no solo (Fonseca *et al.*, 2004) que foram adiciona-

**Quadro 3** – Concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e clorofila nas folhas de maracujazeiro-amarelo em função de diferentes biofertilizantes, ausência e presença de calagem e doses de NK.

FV	Clorofila	N	P	K	Ca	Mg	
	---ICF---	-----g kg <sup>-1</sup> -----					
<b>Calagem (C)</b>							
Valor "F"	0,15 <sup>ns</sup>	76,87**	12,76**	1373,42**	35,26**	0,97 <sup>ns</sup>	
Ausência	47,08 a	35,62 a	2,58 a	14,92 a	4,16 a	1,28 a	
Presença	47,48 a	34,36 b	2,07 b	13,37 b	3,30 b	1,37 a	
DMS	2,14	0,29	0,29	0,08	0,29	0,18	
<b>Biofertilizantes (B)</b>							
Valor de "F"	0,17 <sup>ns</sup>	374,14**	1,87 <sup>ns</sup>	1711,13**	22,45**	15,32**	
Sem Bio	47,69 a	37,18 a	2,46 a	14,84 b	3,52 b	1,34 b	
Bio Simples	46,95 a	32,41 c	2,38 a	12,44 c	3,28 b	1,02 c	
Bio Enriquecido	47,19 a	35,39 b	2,13 a	15,15 a	4,40 a	1,63 a	
DMS	3,15	0,43	0,43	0,12	0,43	0,27	
<b>Adub. mineral (A)</b>							
Valor de "F"	3,86 <sup>ns</sup>	42,78**	3,36 <sup>ns</sup>	4235,46**	13,77**	14,41**	
50% de NK	46,24 a	34,53 b	2,46 a	12,79 b	3,47 b	1,16 b	
100% de NK	48,31 a	35,47 a	2,19 a	15,49 a	4,00 a	1,50 a	
DMS	2,14	0,29	0,29	0,08	0,29	0,18	
C x B	2,63 <sup>ns</sup>	112,50**	9,34**	2460,97**	30,71**	51,61**	
C x A	0,01 <sup>ns</sup>	76,87**	0,05 <sup>ns</sup>	13,07**	0,55 <sup>ns</sup>	9,81**	
B x A	1,17 <sup>ns</sup>	36,73**	0,58 <sup>ns</sup>	1303,25**	6,75**	32,96**	
C x B x A	0,66 <sup>ns</sup>	16,11**	4,27*	379,22**	15,01**	43,02**	
CV	7,70	1,42	21,38	1,02	13,33	23,46	

C.V. = coeficiente de variação; \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01);

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade (p < 0,05). Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si. ICF = Índice de clorofila foliar; DMS = diferença mínima significativa.



dos através da calagem. Assim, os sítios de ligação com os carregadores para o Ca e o Mg são os mesmos para o K, ocorrendo inibição competitiva. Por outro lado, o aumento de pH reduz o estímulo na absorção de K, causado pelo Ca, podendo ocorrer até inibição da absorção de K, provavelmente devido ao antagonismo (Marschner, 2005). Ao considerar que o maracujazeiro-amarelo exige, pelo menos, de 20 a 30 g kg<sup>-1</sup> do elemento (Malavolta *et al.*, 1997), as plantas no início da floração estavam deficientes em potássio. Estes resultados estão de acordo com os determinados por Rodrigues *et al.* (2009) e por lado que o solo antes da aplicação dos tratamentos encontrava-se pobre em potássio (Quadro 1) e que os biofertilizantes são mais concentrados no elemento do que em qualquer outro macronutriente (Quadro 2), a quantidade aplicada do biofertilizante no solo não foi suficiente para disponibilizar potássio em níveis adequados para o maracujazeiro-amarelo. Os teores de cálcio na massa seca foliar das plantas cultivadas na ausência de calagem aumentaram de 3,20 até 5,44 g kg<sup>-1</sup> entre os tratamentos sem biofertilizante e biofertilizante enriquecido (Figura 1D). Estes resultados estão de acordo com Rodrigues *et al.* (2009), ao concluírem que a adição de biofertilizante supermagro (biofertilizante enriquecido com macro e micronutrientes) no solo elevou os teores de cálcio na massa seca de 3,92 até o valor máximo de 6,78 g kg<sup>-1</sup> entre a ausência até 2,0 litros do composto orgânico.

Por outro lado, a calagem promoveu um rebaixamento do teor de cálcio nas folhas do maracujazeiro, com teor médio de 3,30 g kg<sup>-1</sup> de massa seca, enquanto na ausência desse corretivo, as plantas apresentaram em média 4,16 g kg<sup>-1</sup> de Ca (Quadro 3). Esses resultados contrariam os de Brasil e Nascimento (2010) e Fonseca *et al.* (2002) que observaram maiores teores de Ca em folhas de maracujazeiro-amarelo com a aplicação de calcário ao solo devendo-se ao fato de que esse corretivo contém cálcio na sua composição. Por outro lado, destaca-se que o calcário aplicado no solo do presente trabalho foi o dolomítico (35% de CaO e 12% de MgO), portanto aumentando os teores no solo tanto de Ca quanto de Mg, fato que, somado ao teor inicial do solo muito maior de cálcio em relação ao magnésio, justificam os resultados apresentados na Quadro 3.

O teor de Mg nas folhas de maracujazeiro-amarelo foi influenciada pela interação tipos de biofertilizantes x calagem, sendo que o biofertilizante enriquecido apresentou superioridade em relação aos demais na presença de calagem com média de 2,21 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1E) os quais estavam abaixo dos valores reportados por Carvalho *et al.* (2001).

Na Figura 2A, referente aos teores de N, observa-se que houve superioridade da interação ausência de calagem e 100% de NK, apresentando uma concentração foliar de N de 36,72 g kg<sup>-1</sup> de massa seca.

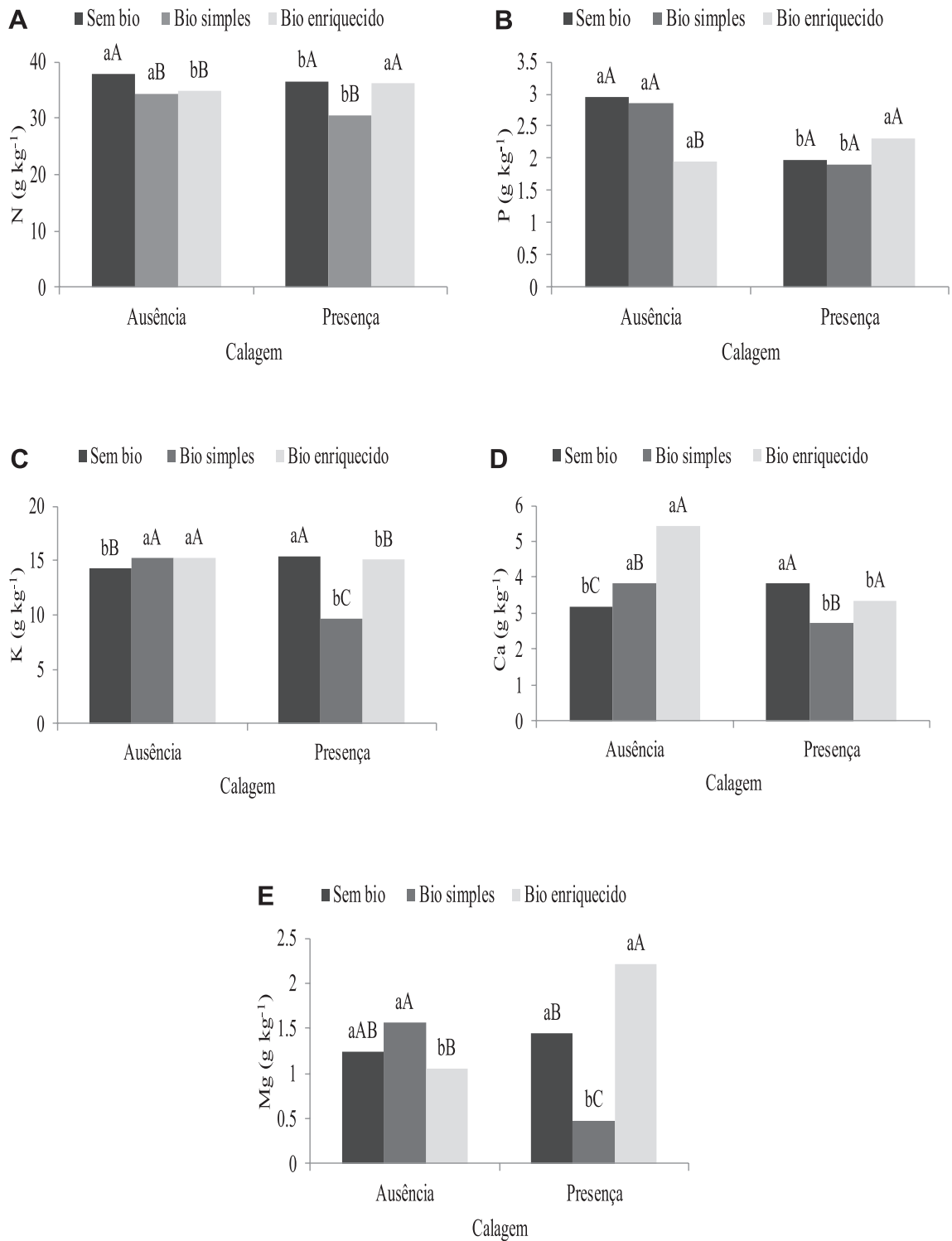
Para o potássio, também se verifica uma superioridade da dose 100% de NK em relação à dose 50% da adubação tanto na ausência quanto na presença de calagem (Figura 2B) sendo que o maior valor de K foi expressado quando não se utilizou o corretivo no solo apresentado 16,18 g kg<sup>-1</sup> do nutriente na massa seca da parte aérea. Provavelmente, isso deve-se ao fato de que a maior dose de adubação mineral (100% de NK) condicionou maior disponibilidade de K para as plantas pela adição direta do elemento no solo promovendo um maior acúmulo do elemento na parte aérea.

Para o Mg na ausência de calagem (Figura 2C), a dose 100% de NK apresentou uma maior concentração foliar em relação à metade da dose, com valores de 0,97 a 1,60 g kg<sup>-1</sup> respectivamente. Mesmo assim, as plantas apresentaram valores considerados insuficientes para suprir as necessidades da cultura que são de 3 a 4 g kg<sup>-1</sup>, propostos por Malavolta *et al.* (1997).

Ao analisar a interação entre os fatores biofertilizantes e adubação mineral, observou-se que os biofertilizantes simples e enriquecido reduziram os teores foliares de N nas plantas de maracujazeiro-amarelo quando comparados à testemunha, tanto na dose 50% como 100% de NK, sendo este último o que teve maior resultado, apresentando 37,38 g kg<sup>-1</sup> (Figura 3A).

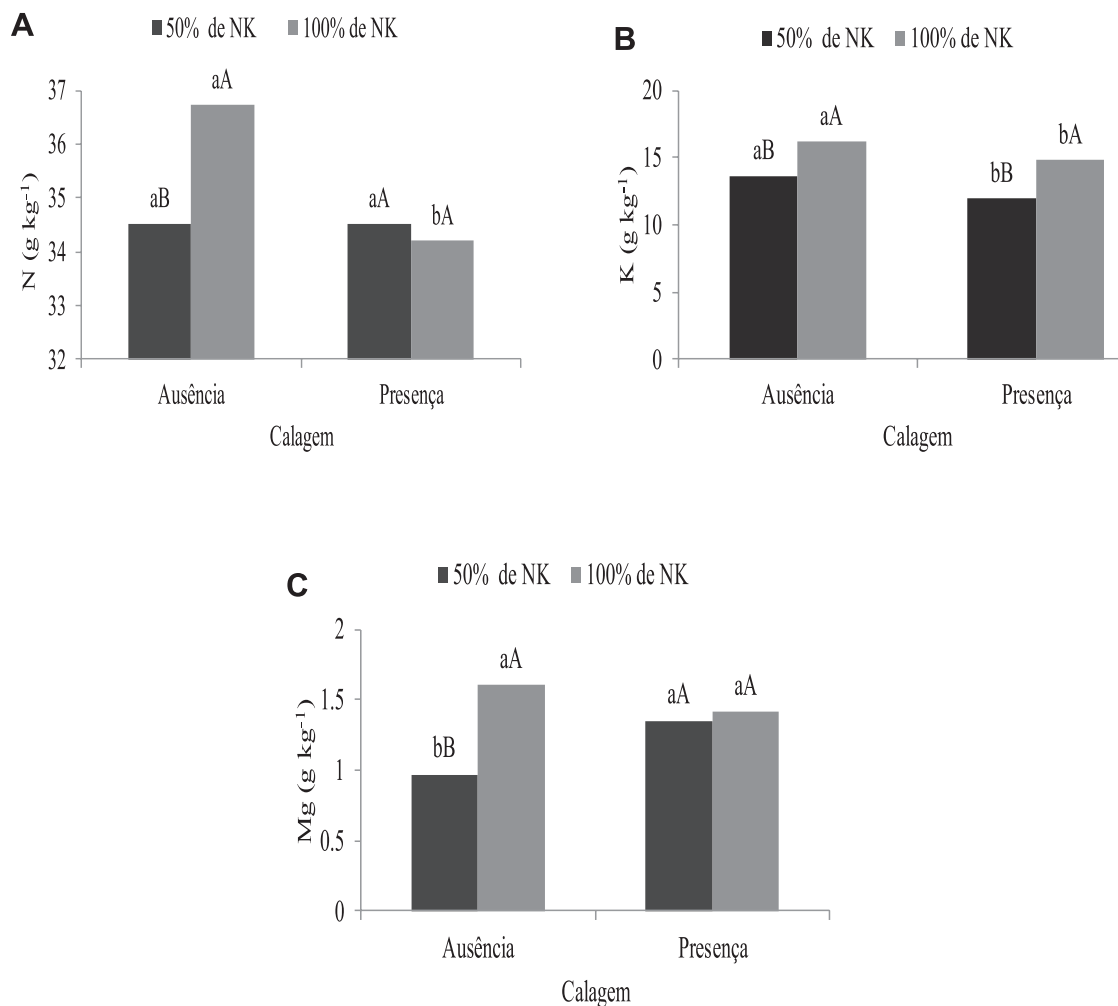
Em nenhum dos tratamentos com biofertilizantes, tanto na dose 50% como 100% de NK, as plantas apresentaram teores adequados de N, de acordo com a faixa de 40 a 50 g kg<sup>-1</sup> proposta por Malavolta *et al.* (1997). Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989), a conversão do nitrogênio da forma orgânica para a mineral ocorre 50% no primeiro ano, 20% no segundo ano e 30% após o segundo ano. Provavelmente, a lenta decomposição do composto orgânico adicionado ao solo pode explicar a ineficiência dos biofertilizantes em suprir as plantas de maracujazeiro-amarelo com nitrogênio no primeiro ano de cultivo.

Quanto ao potássio (Figura 3B), observa-se que os teores de K na massa seca da parte aérea de maracujazeiro-amarelo foram incrementados com o aumento da dose de NK de 50 para 100% da adubação recomendada tanto na ausência de biofertilizante quanto nos biofertilizantes simples e enriquecido, sendo este o que apresentou os maiores teores de K, 15,26 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, as plantas continuaram deficientes em K de acordo com a faixa de 35 a 45 g kg<sup>-1</sup>



**Figura 1** – Concentrações de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D) e magnésio (E) nas folhas de maracujazeiro-amarelo em função de diferentes biofertilizantes na ausência e presença de calagem.

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas, diferem os biofertilizantes dentro da calagem e minúsculas, diferem a calagem dentro dos biofertilizantes pelo teste F, a 5% de probabilidade.



**Figura 2** – Concentrações de nitrogênio (A) e potássio (B) e magnésio (C) nas folhas de maracujazeiro-amarelo em função de doses de NK na ausência e presença de calagem.

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas, diferem as doses de NK dentro da calagem e minúsculas, diferem a calagem dentro das doses de NK pelo teste F, a 5% de probabilidade.

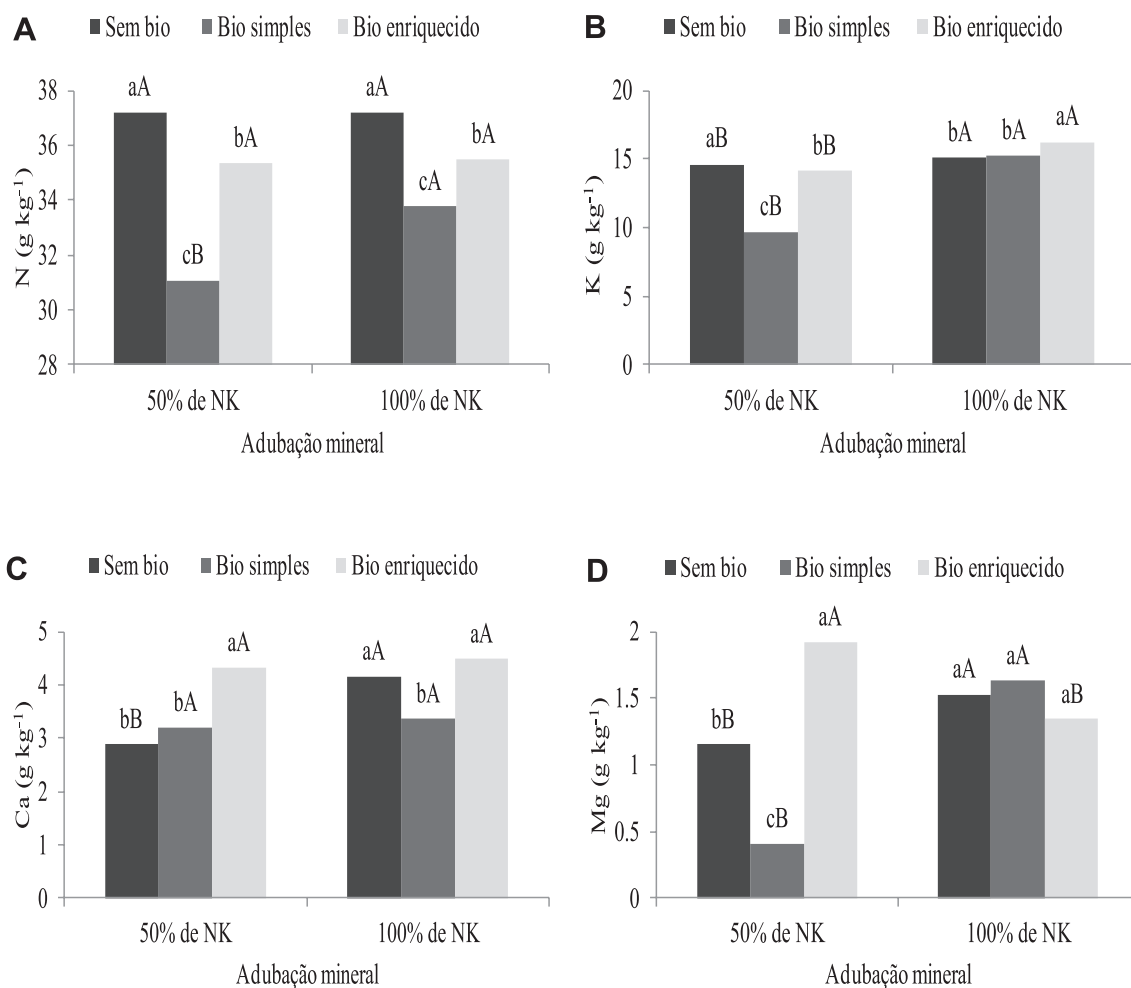
proposta por Malavolta *et al.* (1997), bem como inferiores aos 28,38 g kg<sup>-1</sup> obtidos por Pires *et al.* (2009) ao avaliarem adubação orgânica e mineral sobre a composição química das folhas do maracujazeiro-amarelo.

Os tratamentos com biofertilizantes simples e enriquecido apresentaram valores de Ca superiores à testemunha na dose 50% de NK, enquanto que na ausência de biofertilizantes a dose 100% de NK apresentou teor de cálcio superior à metade da adubação (Figura 3C). A superioridade dos biofertilizantes em relação à testemunha pode ser atribuída ao incremento desse nutriente ao solo através dos compostos orgânicos em estudo. Tais resultados são importantes, principalmente pelo fato da região em estudo apresentar solos arenosos, que geralmente têm baixa CTC e apresentam-se mais

susceptíveis à perda de nutrientes por lixiviação e a liberação lenta de cátions como o cálcio pode minimizar as perdas desse nutriente em profundidade.

O biofertilizante enriquecido na dose 50% de NK foi o que proporcionou maiores teores foliares de Mg nas plantas de maracujazeiro-amarelo, que variou de 0,41 a 1,92 g kg<sup>-1</sup> (Figura 3D). Entretanto, as plantas apresentaram valores considerados insuficientes para suprir as necessidades da cultura que são de 3 a 4 g kg<sup>-1</sup> (Malavolta *et al.*, 1997). Esses resultados também são inferiores aos reportados por Rodrigues *et al.* (2009), que estudando produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio, encontraram em média 3,5 g kg<sup>-1</sup> de magnésio na massa seca foliar.





**Figura 3** – Concentrações de nitrogênio (A), potássio (B) cálcio (C) e magnésio (D) nas folhas de maracujazeiro-amarelo em função de diferentes biofertilizantes e doses de NK.

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas, diferem os biofertilizantes dentro da adubação mineral e minúsculas, diferem a adubação mineral dentro dos biofertilizantes pelo teste F, a 5% de probabilidade.

## Conclusões

O trabalho efetuado permite concluir que:

- Os teores dos macronutrientes foliares de plantas de maracujazeiro-amarelo são influenciados pela aplicação de calcário, doses de biofertilizantes e adubação mineral.
- Os biofertilizantes simples e enriquecido reduzem os teores de nitrogênio nas folhas de maracujazeiro-amarelo.
- O biofertilizante enriquecido estimula o teor de K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea de plantas de maracujazeiro-amarelo.
- A dose 100% de NK é mais eficiente no teor de N, K, Ca e Mg na massa seca foliar do maracujazeiro-amarelo.

## Referências Bibliográficas

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D. e Smith, M. (1998) - *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 297 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).
- Araújo, D.L.; Alves, A.S.; Andrade, R.; Santos, J.G.R. e Costa, C.L.L. (2008) - Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. Sims flavicarpa* Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável*, 3, 4: 98-109.
- Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Lima, A.A. e Almeida, I.E. (2002) - Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo, e na pro-

- atividade do maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24, 1: 208-213.
- Brasil, E.C. e Nascimento, E.V.S. (2010) - Influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 3: 892-902.
- Carvalho, A.M.J.C.; Martins, D.P.; Monnerat, P.H. e Bernardo, S. (2000) - Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. 1. Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 6: 1101-1108.
- Carvalho, A.J.C.; Martins, D.P.; Monnerat, P.H.; Bernardo, S. e Silva, J.A. (2001) - Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 2: 403-408.
- Carvalho, A.C.; Monnerat, P.H.; Martins, D.P.; Bernardo, S. e Silva, J.A. (2002) - Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro-amarelo em função da adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragens. *Scientia Agricola*, 59, 1: 113-120.
- Cavalcante, L.F. e Cavalcante Í.H.L. (2006) - Uso da água salina na agricultura. In: Cavalcante L.F. e Lima E.M. (Ed.) - *Algumas frutíferas tropicais e a salinidade*. Jaboticabal, Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão (FUNEP), p. 137-148
- Cavalcante, L.F.; Santos, G.D.; Oliveira, F.A.; Cavalcante, Í.H.L.; Gondim, S.C. e Beckman-Cavalcante, M.Z.B. (2007) - Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2, 1: 15-19.
- Cavalcante, L.F.; Cavalcante, Í.H.L.; Júnior, F.R.; Beckmann-Cavalcante, M.Z. e Santos, G.P. (2012a) - Leaf macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. *Journal of Plant Nutrition*, 35, 2: 176-191.
- Cavalcante, Í.H.L.; Cavalcante, L.F.; Santos, G.D.; Beckmann-Cavalcante, M.Z. e Silva, S.M. (2012b) - Impact of Biofertilizers on Mineral Status and Fruit Quality of Yellow Passion Fruit in Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 15: 2027-2042.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. (1989) - *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 4ª ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras (UFLA), 176 p.
- Costa, Z.V.B.; Neto, P.D.; Andrade, R., Santos, J.G.R. e Farias, A.A. (2008) - Crescimento vegetativo do maracujazeiro-amarelo em diferentes tipos e dosagens de biofertilizantes na forma líquida. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 3, 4: 116-122.
- Dias, T.J.; Cavalcante, L.F.; Gondim, S.C.; Raposo, R.W.C.; Cavalcante, I.H.L. e Santos, G.D. (2004) - Composição foliar de macronutrientes em maracujazeiro-amarelo e fertilidade do solo. *Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água*, 26: 81-97.
- El-Hendawy, S.; Hu, Y. e Schmidhalter, U. (2005) - Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 2: 123-134.
- Fernandes, V.L.B. (1993) - *Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o estado do Ceará*. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 247 p.
- Ferreira, P.V. (2000) - *Estatística experimental aplicada à Agronomia*. 3ª ed. Maceió, Editora da Universidade Federal de Alagoas (EDUFAL), 422 p.
- Fonseca, E.B.A.; Carvalho, J.G.; Corrêa, J.B.D. e Pasqual, M. (2002) - Crescimento do maracujazeiro-doce em função da calagem. In: Anais do 17.º Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002, Belém-PA. Belém-PA, Brasil, Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF), (CD-ROM).
- Fonseca, E.B.A.; Pasqual, M. e Carvalho, J.G. (2004) - Concentração de macronutrientes em mudas de maracujazeiro-doce propagado por estacas em função da calagem. *Ciência e Agrotecnologia*, 28, 6: 1269-1277.
- IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística] (2011) - *Levantamento sistemático da produção agrícola* (em linha). (Acesso em 2011.06.18). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>.
- Leonel, S. e Pedroso, C.J. (2005) - Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27, 1: 107-119.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. e Oliveira, S.A. (1997) - *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2ª ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319 p.
- Marschner, H. (2005) - *Mineral nutrition of higher plants*. 2ª ed. London, Academic Press, 889 p.
- Pires, A.A.; Monnerat, P.H.; Pinho, L.G.R.; Zampiroli, P.D.; Muniz, R.A. e Rosa, R.C.C. (2009) - Adubação orgânica e mineral sobre a composição química das folhas do maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4, 3: 36-48.
- Prado, R.M. e Natale, W. (2006) - *Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil*. 1ª ed. Uberlândia, Editora da Universidade Federal de Uberlândia (EDUFU), 192 p.
- Rodrigues, A.C., Cavalcante, L.F.; Oliveira, A.P.; Sousa, J.T. e Mesquita, F.O. (2009) - Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em

- solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 13, 2: 117-124.
- Ruggiero, C. (1998) – 5.º *Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro*. Jaboticabal-SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 388 p.
- Santos, A.C.V. (1992) - *Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza*. Niterói: Emater-Rio, 16 p.
- Santos, G.D. (2004) - *Avaliação do maracujazeiro-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Brasil. 74 p.
- Santos, C.A.C.; Vieira, E.L.; Peixoto, C.P.; Benjamim, D.A. e Santos, C.R.S. (2010) - Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. *Comunicata Scientiae*, 1, 1: 29-34.
- Wu, S.C.; Cao, Z.H.; Li, Z.G.; Cheung, K.C. e Wong, M.H. (2005) - Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125, 1-2:155–166.