

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.7, n.2, p.260-268, mar.-jun., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5039/agraria.v7i2a1637

Protocolo 1637- 15/06/2011 *Aprovado em 11/10/2011

Ênio F. Menezes¹

Lourival F. Cavalcante^{1,3}

Francisco de O. Mesquita¹

Vinicius B. Campos²

Tony A. G. Dantas¹

Composição mineral do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante bovino e cloreto de potássio no solo

RESUMO

O experimento foi realizado no município de Remígio, PB, para avaliar os efeitos do biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida na ausência e presença de cloreto de potássio (KCl), sobre os teores foliares de macro e micronutrientes do maracujazeiro amarelo. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com três repetições e nove plantas por parcela, usando o arranjo fatorial 5 x 2, correspondente as doses de biofertilizante bovino, diluído em água na proporção de 1:4 aplicado aos volumes de 0, 4, 8, 12 e 16 L planta⁻¹, no solo sem e com 25 g planta⁻¹ de K₂O. O biofertilizante foi aplicado 30 dias antes e a cada 90 dias após o plantio e o potássio, na forma de comercial de KCl, a cada dois meses, a partir de 60 dias após o plantio até o final do experimento. O biofertilizante isoladamente não é suficiente para suprir as exigências nutricionais do maracujazeiro amarelo. Apenas as plantas do solo com KCl estavam adequadamente supridas em K.

Palavras-chave: adubo orgânico, cloreto de potássio, *Passiflora edulis* Sims

Mineral composition of yellow passion fruit plants in response to bovine biofertilizer and potassium chlorite in soil

ABSTRACT

The experiment was carried out in the Remígio County, Paraíba State, Brazil, in order to evaluate the effects of bovine biofertilizer applied to soil in liquid form in the absence and presence of potassium chloride (KCl), on the leaves contents of macronutrients and micronutrients of the yellow passion fruit plants. The treatments were arranged in randomized blocs, with three replications and nine plants by plot, using a factorial 5 x 2, corresponding to the doses of bovine biofertilizer, diluted with water in proportion to 1:4 applied in levels 0, 4, 8, 12 and 16 L plant⁻¹, in soil without and with 25 g plant⁻¹ of K₂O. The biofertilizer was applied 30 days before and every 90 days after planting, and potassium in commercial form KCl was applied every two months, from 60 days after planting up to the end of experiment. The biofertilizer alone is not enough to meet the nutritional requirements of yellow passion fruit. Only plants in soil with KCl were adequately supplied in K.

Key words: organic input, potassium chloride, *Passiflora edulis* Sims

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus III, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universitário, CEP 58397-000, Areia-PB, Brasil. Fone: (83) 3362-2300 Ramal 257. Fax: (83) 3362-2300. E-mail:

enioagronomia@hotmail.com; lofeca@cca.ufpb.br; mesquitaagro@yahoo.com.br; tagdantas@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, Rua Nilo Peçanha, s/n, Cajari, CEP 68920-000, Laranjal do Jari-AP, Brasil. Fone: (96) 3621-1349. E-mail: vinicius.campos@ifap.edu.br.

³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

Dentre as frutíferas de expressão econômica, a cultura do maracujá tem apresentado expressivo destaque nas últimas décadas (São José et al., 2000; Rodolfo Júnior et al., 2008; Dias et al., 2011). Originário da América Tropical, com mais de 150 espécies nativas do Brasil, o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.), como a espécie mais importante, representando 95% dos pomares comerciais, sendo também o mais cultivado no mundo (Kishore et al., 2010). A expressividade dessa passiflora é devida a preferência pelo mercado interno e externo.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá e de suco concentrado da fruta (IBGE, 2010). A expressividade pelo cultivo do maracujazeiro amarelo é devida a preferência dos consumidores para o consumo *in natura*, mas também é impulsionado pela agroindústria de processamento da polpa para produção de suco concentrado e outros produtos exigidos pelo mercado (Negreiros et al., 2006).

Considerando-se sua importância social e econômica e os altos custos de produção dos insumos comerciais aliados à dependência destes, assim como, a preferência do consumidor mundial por alimentos e produtos mais saudáveis obtidos sem o fornecimento de fertilizantes minerais sintéticos às plantas e ao solo, garantindo a necessidade de conservação dos recursos naturais, têm-se despertado no homem uma produção agrícola com substituição parcial ou total desses fertilizantes pelos insumos orgânicos adotados convencionalmente no sistema de produção (Cavalcante et al., 2007).

Os insumos orgânicos adicionados aos fertilizantes minerais influenciam significativamente o sistema radicular e o estágio nutricional das plantas, o que pode contribuir para incrementar o aporte de nutrientes no solo através dos compostos bioativos ricos em substâncias húmicas incrementando a disponibilidade e absorção de nutrientes minerais pelas plantas, aumentando dessa forma o sucesso da lavoura, principalmente o maracujazeiro amarelo (Brito et al., 2005; Campos et al., 2008). Os insumos orgânicos devem ser selecionados em função da disponibilidade na propriedade ou adjacência; apesar de conterem quase todos os macro e micronutrientes, em geral, as concentrações são baixas, muitas vezes, esses adubos apresentam baixos teores de nutrientes, sendo necessária a complementação com fertilização mineral (Diniz et al., 2009).

A nutrição mineral trata da absorção dos elementos essenciais e suas respectivas funções às plantas (Epstein & Bloom, 2006). No maracujazeiro amarelo, conforme Malavolta (2006) a exigência nutricional, em ordem decrescente para os macronutrientes, é: N > K > Ca > P > Mg > S e para os micronutrientes: Mn > Fe > B > Zn > Cu. Essa sequência pode sofrer alteração conforme o nível de tecnologia adotada à cultura, a idade das plantas, além de outros, os fatores relacionados ao meio ambiente (Prado & Natale, 2006).

A resposta das culturas à adubação depende além da função de cada nutriente, das interações entre estes no processo de absorção na planta. Na literatura é conhecida a interação entre N e K (Prado & Natale, 2006). O K é o nutriente

de maior mobilidade no tecido celular, exerce importante função na absorção e armazenamento de água pelas plantas e pode representar até 10% da massa seca (Epstein & Bloom, 2006). Dentre os macronutrientes é o mais responsável pela qualidade dos frutos e o mais transferido das folhas para os frutos na maioria das frutíferas, inclusive o maracujazeiro amarelo (Santos, 2004).

No cultivo do maracujazeiro amarelo uma alternativa viável pode ser a substituição parcial de fertilizantes minerais por insumos orgânicos de origem vegetal ou animal. Esses produtos, em geral são de preços menos dispendiosos e influenciam positivamente na melhoria física, química e biológica do solo (Pires et al., 2008).

Campos et al. (2008) concluíram que doses de K aos níveis de 0, 10, 15, 20 e 25 g planta⁻¹ de K₂O fornecidas a cada 60 dias, no solo sem e com biofertilizante bovino e cobertura morta, exceto o fósforo (P), supriram as necessidades nutricionais do maracujazeiro amarelo no início da frutificação das plantas. Contudo, após avaliarem a produção e composição mineral em maracujazeiro amarelo, utilizando biofertilizante supermagro no solo sem e com K. Rodrigues et al. (2009) constataram que o insumo orgânico não supriu adequadamente as exigências do maracujazeiro amarelo em N, P, Ca, Mg, Cu, Fe e Mn.

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de biofertilizante bovino aplicado no solo sem e com aplicação de KCl na composição mineral do maracujazeiro amarelo no início da floração das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Remígio, PB, no período de setembro de 2007 a março de 2009, localizado nas coordenadas geográficas de 6°53'00" S, 36°02'00" W e a 470 m acima do nível do mar. O clima do município é do tipo As' (quente e úmido), nos anos de 2007, 2008 e 2009 a temperatura e umidade relativa média do ar oscilaram entre 24,5 a 25°C e 70 a 80%, respectivamente. No mesmo período as pluviosidades médias anuais no local do experimento foram 784, 205 e 600 mm, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Húmico Aluminoférrico léptico distrófico, textura arenosa, não salino (Santos et al., 2006), que possui nas camadas de 0-20 e de 20-40 cm os seguintes atributos físicos e químicos (Tabela 1), obtidos conforme as metodologias descritas por Embrapa (1997).

O experimento foi instalado em blocos ao acaso adotando no esquema fatorial 5 x 2, referente a cinco doses de biofertilizante bovino, no solo sem e com potássio em três repetições e nove plantas por parcela. Antes da instalação do experimento, foram aplicadas 100 g de calcário dolomítico de PRNT 65%, 26% de CaO e 14% de MgO, numa área de 0,8 m² equivalente ao raio de 0,5 m, a partir do centro da cova. Essa dosagem teve o objetivo de elevar a saturação por base do solo para 80%, conforme sugestão de (São José et al., 2000). Pelos baixos conteúdos de P e matéria orgânica as covas foram preenchidas, 30 dias antes do plantio, com 5 L

Tabela 1. Valores de alguns atributos químicos e físicos do solo antes da aplicação dos tratamentos**Table 1.** Values of some chemical and physical properties of soil before treatments application

Atributos Químicos	Profundidade (cm)		Atributos Físicos	Profundidade (cm)	
	0-20	21-40		0-20	21-40
pH em água (1:2,5)	5,41	5,21	AMG (g kg ⁻¹)	119	119
MO (g dm ⁻³)	13,94	11,15	AG (g kg ⁻¹)	135	132
P (mg dm ⁻³)	9,17	7,16	AM (g kg ⁻¹)	230	191
K ⁺ (mg dm ⁻³)	41,56	51,12	AF (g kg ⁻¹)	242	255
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,95	0,45	AMF (g kg ⁻¹)	63	87
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,45	0,25	Silte (g kg ⁻¹)	129	120
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,51	0,83	Argila (g kg ⁻¹)	82	96
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,03	0,02	Ada (g kg ⁻¹)	38	38
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,65	1,35	GF (%)	53,71	60,41
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,21	0,17	Ds (g cm ⁻³)	1,49	1,52
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,16	2,18	Dp (g cm ⁻³)	2,67	2,64
V (%)	47,78	38,81	Pt (m ³ m ⁻³)	0,44	0,42

MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de flocculação; Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; P = Porosidade total; O.M = Organic matter; S.B = Sum of bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); C.E.C = Cation exchange capacity = [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; B.S = Base saturation = (SB/CTC) x 100; V.C.S = Very coarse sand; C.S = Coarse sand; F.S = Fine sand; W.D.C = Water dispersible clay; F.R = Flocculation rate; S.D = Soil density; P.D = Particle Density; T.P = Total porosity.

de esterco bovino de relação C/N = 17:1 e 45g do superfosfato triplo.

O biofertilizante bovino foi obtido a partir da fermentação metanogênica de uma mistura de partes iguais de esterco fresco de bovino e água não clorada e sem restrição à salinidade (Mesquita et al., 2010). O composto foi preparado em recipiente tipo bombona com capacidade para 240 litros, permanecendo hermeticamente fechado durante 30 dias até o pH próximo de 7. Para liberação do gás metano foi conectada na base superior do biodigestor uma extremidade de uma mangueira fina, mantendo-se a outra extremidade da mangueira imersa em um recipiente com água. Durante o período de preparação, a cada 24 horas foi feita uma homogeneização para melhor eficiência da fermentação (Silva et al., 2007). Um dia antes do plantio, o biofertilizante foi diluído em água na proporção 1:4 e aplicado aos níveis de 0, 4, 8, 12 e 16 L da mistura por planta, na área de cova de 0,8 m², tendo o caule como centro.

As aplicações subsequentes deste composto ocorreram a cada 90 dias após a primeira, até o final do experimento. A composição química do biofertilizante bovino foi determinada a cada aplicação e os valores médios estão apresentados na (Tabela 2).

A irrigação foi feita por gotejamento instalando-se, em cada planta, dois emissores por planta tipo catife autocompensante, com vazão de 3,75 L h⁻¹ na pressão de serviço de 2,0 MPa. A partir dos dados de evaporação de tanque classe 'A' no local do ensaio e sugestão de Gondim et al. (2009), foram fornecidos diariamente a cada planta 2 L nos primeiros 60 dias, dos 60 até 90 dias 4 L, e a partir da floração 12 L planta⁻¹ dia⁻¹ de água sem riscos para a cultura (C₁S₁), de condutividade elétrica = 0,45 dS m⁻¹ e RAS = 2,78 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} (Ayers & Westcot, 1999).

Verificou-se que as plantas aos 15, 75 e 277 dias após o plantio emitiram sintomas típicos de deficiência de N. Para

Tabela 2. Composição média de macro, micronutrientes e sódio na matéria seca do biofertilizante bovino, determinados a cada 30 dias após iniciado a fermentação anaeróbica, no período de setembro de 2007 a junho de 2009**Table 2.** Mean composition of macronutrients, micronutrients and sodium in dry matter of bovine biofertilizer, determined at every 30 days after start of the anaerobic fermentation

Macronutrientes	Valores	Micronutrientes	Valores
N (g kg ⁻¹ ms)	1,02	B (mg kg ⁻¹ ms)	4
P (g kg ⁻¹ ms)	0,41	Cu (mg kg ⁻¹ ms)	6
K (g kg ⁻¹ ms)	0,70	Fe (mg kg ⁻¹ ms)	77
Ca (g kg ⁻¹ ms)	0,39	Mn (mg kg ⁻¹ ms)	10
Mg (g kg ⁻¹ ms)	0,69	Zn (mg kg ⁻¹ ms)	16
S (g kg ⁻¹ ms)	1,53	Na ⁺ (mg kg ⁻¹ ms)	811
CEB (dS m ⁻¹)	2,10	pH	6,8

CEB = Condutividade elétrica do biofertilizante; * Elemento não essencial às plantas (maracujazeiro amarelo); MS = Matéria seca.

suprir a carência, foram fornecidos 5, 10 e 20 g de N, na forma do produto comercial Uréia (45% de N), nos respectivos períodos. As adubações com K foram realizadas nas doses de 5, 20 e 25 g de K₂O planta⁻¹ na forma de cloreto de potássio, aos 60, 120 e 180 após o plantio. Após a última data repetiu-se a dose a cada 60 dias conforme (São José et al., 2000). O P foi feito fornecido em cobertura juntamente com o N, ao nível de 50 g planta⁻¹, aos 75 e 277 dias após o transplantio.

No início da floração, aos 110 dias após o transplantio, foram colhidas amostras do terceiro par de folhas a partir do broto terminal de ramos intermediários sadios (Malavolta et al., 1997), num total de 12 folhas por planta e 98 por repetição. Após a coleta, as folhas foram lavadas, conduzidas à estufa e mantidas na temperatura de 65 °C com circulação de ar até atingirem massa seca constante; posteriormente foram trituradas e os conteúdos de macro, micronutrientes e sódio

foram determinados.

O nitrogênio foi obtido pelo método micro Kjeldahl. Os valores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn e Na foram determinados em alíquotas de extrato preparado por digestão nitroperclórica utilizando-se fotolorimetria para P, fotometria de chama para K e Na, espectrofotometria de absorção atômica para Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn, turbidimetria para S e incineração em forno mufla para determinação de boro (Embrapa, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste "F" e regressão polinomial (Banzatto & Kronka, 2008). Para o processamento dos dados foi utilizado um software demonstrativo do programa SAS (SAS Institute Inc, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de N aumentaram com as doses do insumo orgânico até as doses máximas estimadas de 5,8 e 5,1 L planta⁻¹ resultando nos maiores valores de 45 e 48,2 g kg⁻¹ nas plantas desenvolvidas no solo sem e com cloreto de potássio respectivamente (Figura 1). Pelos resultados, as plantas tratadas com biofertilizante e K absorveram 7,2% mais N que no solo sem o fertilizante mineral. Essa situação está coerente com Rajj (1991), Malavolta (2006) e Prado & Natale (2006), ao comentarem que a adição de K ao solo estimula a absorção de N pelas plantas. Alves et al. (2003) também verificaram que a absorção de N em maracujazeiro amarelo foi estimulada pela adição de potássio ao solo.

Ao comparar os resultados indicados como adequados por Malavolta et al. (1997), sob manejo convencional no Estado de São Paulo, que oscilam de 40 a 50 g kg⁻¹, verificou-se que as plantas no início da floração na presença ou não de KCl estavam adequadamente equilibradas em N. Comparativamente, os dados obtidos para os teores de N, apesar de suficientes às exigências do maracujazeiro amarelo, foram inferiores aos 49,6 e 54,0 g kg⁻¹ apresentados por Dias

et al. (2004) e Gondim et al. (2009), em plantios irrigados e fertilização do solo com NPK.

Ao considerar que aos 15, 75 e 277 dias após o transplante as plantas emitiram sintomas típicos de carência de N, sendo necessário o fornecimento do nutriente na forma de uréia (44% de N), o caráter de suficiência em N no início da floração das plantas não deve ser atribuído apenas ao biofertilizante bovino (Tabela 2).

Verifica-se variação expressiva sobre os teores de P no final do experimento para efeito das diferentes doses de biofertilizante, na presença e ausência de K₂O (Figura 2). No tratamento com potássio os valores decresceram com o aumento do biofertilizante até a dose mínima estimada de 8,2 L planta⁻¹ referente ao menor teor foliar do macronutriente de 3,4 g kg⁻¹. No solo sem o fertilizante mineral, os teores de P na matéria seca foliar das plantas aumentaram até o maior valor de 3,3 g kg⁻¹ na dose máxima estimada de 9,3 L planta⁻¹ do insumo orgânico.

Essa resposta demonstra que o acúmulo de P no tecido vegetal depende da presença de KCl no solo para o desenvolvimento das plantas até a dose estimada de 8,2 L, no entanto, acima desse nível pode causar efeito antagônico. Independente do comportamento dos dados, as plantas no solo com e sem potássio, estavam com teores abaixo do limite crítico de 4,0 g kg⁻¹ e expressam que o maracujazeiro amarelo no início da floração estava deficiente em P. Apesar de o solo ser pobre em fósforo, com menos de 10 mg dm⁻³ (Tabela 1), o biofertilizante bovino conter na matéria seca 410 mg kg⁻¹, a aplicação de superfosfato triplo ao nível de 45 g planta⁻¹, 30 dias antes e 50 g planta⁻¹ aos 75 e 277 dias após o transplante não foi suficiente para o suprimento exigido pelas plantas.

Os resultados mesmo inferiores à exigência da cultura superam a variação de 1,8 a 2,9 g kg⁻¹ apresentados por Rodolfo Júnior et al. (2008) no solo com biofertilizante bovino e NPK. Foram superiores também aos 2 g kg⁻¹ obtidos por Campos et al. (2008) em maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante, K e cobertura morta do solo e semelhantes aos

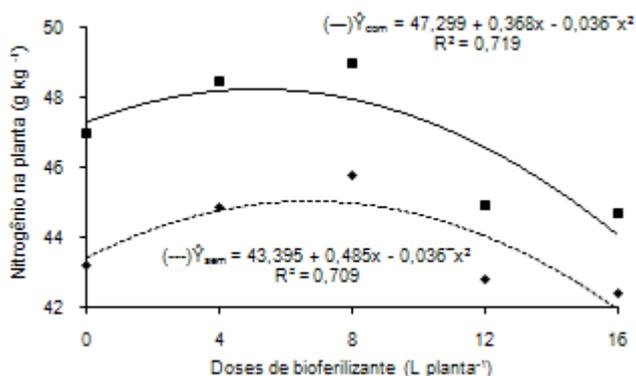


Figura 1. Teores foliares de nitrogênio em plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante bovino, no solo sem (---) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 1. Nitrogen leaf content in passion yellow fruit plants, as function of doses bovine biofertilizer in soil without (---) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

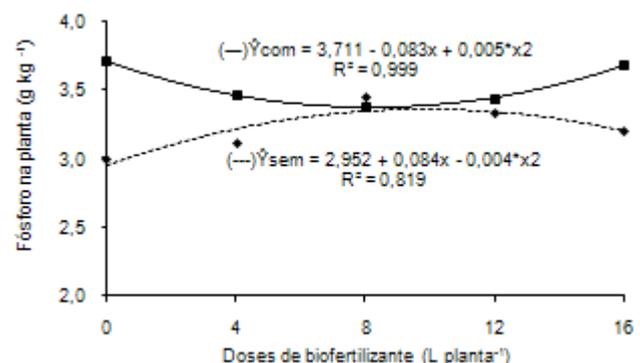


Figura 2. Teores foliares de fósforo em plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante bovino no solo sem (---) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 2. Phosphorus leaf contents in yellow passion fruit plants, as function of doses bovine biofertilizer in soil without (---) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

3,3 g kg⁻¹ registrados por Rodrigues et al. (2009), em solo com biofertilizante supermagro (esterco fresco bovino + macro e micronutrientes + mistura proteica) no solo sem e com K. Uma das consequências para insuficiência dos baixos teores nas plantas pode ser a textura arenosa que promove a lixiviação do nutriente no solo limitando a disponibilidade às plantas (Falcão et al., 2004).

A interação biofertilizante x potássio não exerceu ação significativa na acumulação foliar de K nas plantas, mas a adição de KCl supriu adequadamente as necessidades da cultura (Figura 3). Com a adição do fertilizante mineral os valores foram elevados de 23,1 para 45,9 g kg⁻¹ em relação ao solo sem adubação potássica. Para Malavolta et al. (1997), plantas de maracujazeiro exigem entre 35,0 e 45,0 g kg⁻¹ de K para suprir suas exigências.

Os valores obtidos das plantas sem aplicação de KCl estão compatíveis com os obtidos por Rodolfo Júnior et al. (2008), nas mesmas condições de solo (textura arenosa) e clima (quente e úmido), ao afirmarem que as plantas tratadas apenas com biofertilizante comum, em geral, apresentaram sintomas de deficiência de K. Estão coerentes também com Campos et al. (2008), ao concluírem que plantas da mesma cultura cresceram menos no solo com apenas biofertilizante bovino.

Os teores de Ca nas plantas não foram influenciados pela interação biofertilizante x potássio no solo e nem pelos efeitos isolados de nenhuma das fontes de variação. Os dados variaram de 12,1 e 12,2 g kg⁻¹ (Figura 4).

Ao considerar que o maracujazeiro amarelo na região Sudeste exige Ca²⁺ na amplitude entre 15,0 e 25,0 g kg⁻¹ se constata que a cultura no início da floração estava deficiente no macronutriente (Malavolta et al., 1997). A deficiência evidencia que a adição de 100 g de calcário dolomítico na preparação das covas e a aplicação do biofertilizante bovino, um dia antes do transplante das mudas e aos 90 dias após, e que contém cálcio ao nível de apenas 0,4 g kg⁻¹ que equivale

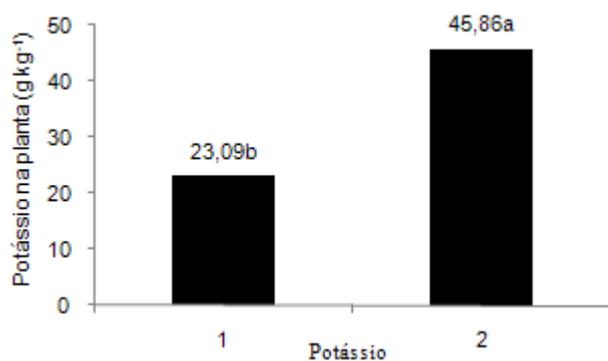


Figura 3. Teores foliares de potássio em plantas de maracujazeiro amarelo, no solo sem (1) e com (2) potássio. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 3. Potassium leaf contents in yellow passion fruit plants, in soil without (1) and with (2) potassium chloride. Means followed by the same letters do not differ statistically by Tukey test at 5% probability. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

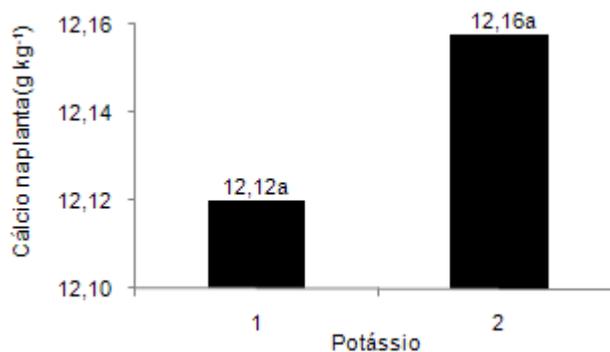


Figura 4. Teores foliares de cálcio em plantas de maracujazeiro amarelo no solo sem (1) e com (2) cloreto de potássio. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 4. Calcium leaf contents in yellow passion fruit plants, in soil without (1) and with (2) potassium chloride. Means followed by the same letters do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

a 1,6 cmol_c dm⁻³, não foram suficientes para suprirem as exigências das plantas em cálcio.

Os teores de Mg²⁺ na matéria seca aumentaram até 3,2 e 4,3 g kg⁻¹ nas doses máximas estimadas do biofertilizante de 8,5 e 7,7 L planta⁻¹, no solo sem e com adubação mineral (Figura 5). Pelos resultados, conforme Malavolta et al. (1997), o maracujazeiro amarelo adequadamente suprido em Mg contem de 3,0 a 4,0 g kg⁻¹ na matéria seca das folhas, as plantas na época amostral estavam nutricionalmente equilibradas no elemento.

Os conteúdos de enxofre nas folhas aumentaram em função das doses do biofertilizante bovino, atingindo o maior teor de 17,1 mg kg⁻¹ na maior dose do insumo orgânico fornecido. Nas plantas dos tratamentos com biofertilizante e K, o maior acúmulo de S correspondeu à dose máxima estimada do composto orgânico de 18,6 mg kg⁻¹ (Figura 6).

Os referidos valores superam a faixa de 3,0 a 4,0 g kg⁻¹ do macronutriente admitido como adequado à cultura (Malavolta et al., 1997). A superioridade de resposta da adição de 1,53 g kg⁻¹ de S advindo da aplicação do biofertilizante a cada 90 dias após iniciado a fermentação anaeróbica (Tabela 2). Apesar de superiores às exigências da cultura, os dados estão abaixo dos 18,46 g kg⁻¹ determinados por Rodrigues et al. (2009) em folhas de maracujazeiro amarelo no solo tratado com biofertilizante e adubação em cobertura com cloreto de potássio.

Os teores foliares de B aumentaram até 37,2 e 35,8 mg kg⁻¹ nas doses máximas estimadas do insumo orgânico de 8,3 e 8,6 L planta⁻¹ (Figura 7).

Pelos valores, e ao considerar que a cultura exige de 40 a 50 mg kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997), as plantas no início da frutificação estavam deficientes em boro. Apesar da deficiência quantitativa baseada nas informações de Malavolta et al. (1997) para o Estado de São Paulo, região Sudeste, a acumulação do micronutriente decresceu com o aumento do composto orgânico fornecido. Mas segundo

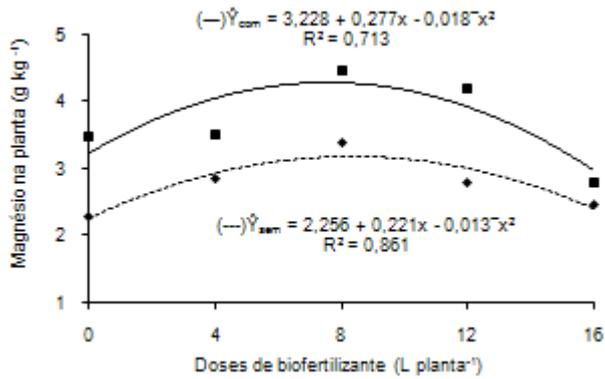


Figura 5. Teores foliares de magnésio das plantas de maracujazeiro amarelo em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 5. Contents leaf of magnesium in yellow passion fruit plants, as function of the doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

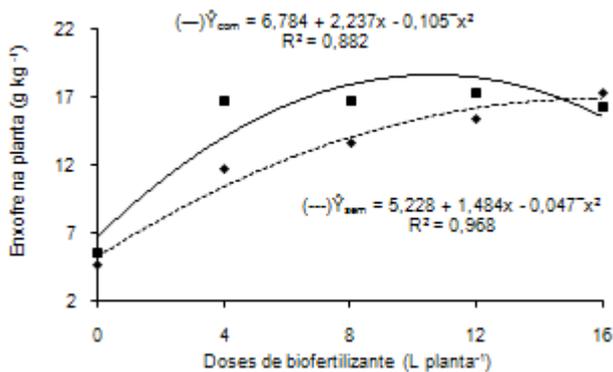


Figura 6. Teores foliares de enxofre em plantas de maracujazeiro amarelo em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 6. Contents leaf of sulfur in yellow passion fruit plants, as function of the doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

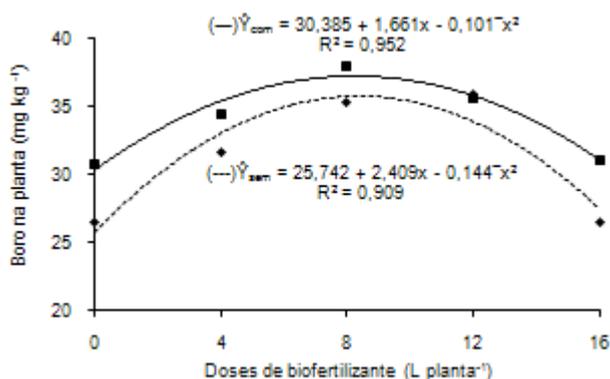


Figura 7. Teores foliares de boro em plantas de maracujazeiro amarelo em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 7. Boron leaf contents in yellow passion fruit plants, as function of the doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

Borges et al. (2005) os teores de B presentes nas folhas do maracujazeiro amarelo indicam que a cultura está adequadamente suprida (27,9 a 69,4 mg kg⁻¹). Porém, tal resultado pode evidenciar que o limite crítico de 40 mg kg⁻¹ está acima da exigência de B para as condições onde as plantas foram desenvolvidas, no Estado da Paraíba, região Nordeste. Essa possibilidade parece coerente, uma vez que não foram constatados sintomas visuais de deficiência do micronutriente pelas plantas durante a execução do experimento.

Apesar da superioridade nas plantas com KCl, os teores de Cu nas folhas decresceram linearmente com o aumento das doses de biofertilizante (Figura 8). Os declínios em função das doses do insumo orgânico foram de 9,0 para 3,8 mg kg⁻¹ e de 6,9 para 3,0 mg kg⁻¹ nas plantas do solo com e sem cloreto e com cloreto de potássio. Os teores em ambas as situações estão aquém da faixa de 10,0 a 20,0 mg kg⁻¹ sugerida como suficiente ao maracujazeiro amarelo (Malavolta et al., 1997).

A adição de cloreto de potássio não exerceu efeitos na acumulação foliar de Fe e os teores mesmo sendo elevados com as doses do biofertilizante bovino, as plantas na época avaliada estavam desequilibradas no micronutriente (Figura 9). Os teores aumentaram até o valor de 92,6 mg kg⁻¹ na dose máxima estimada de 9,0 L planta⁻¹ do insumo orgânico e decresceram com o aumento das doses atingindo valor abaixo de 80 mg kg⁻¹ na dose de 16 L planta⁻¹. Comparativamente com Malavolta et al. (1997), as plantas estavam deficientes em Fe que exigem entre 120 a 200 mg kg⁻¹ do elemento para adequado desenvolvimento e produção.

Como verificado para N, P, S, B e Cu os teores de Mn na matéria seca foliar foram significativamente maiores nas plantas do solo com biofertilizante e K (Figura 10).

Os teores acumulados aumentaram com as doses do biofertilizante atingindo, nas plantas sem e com KCl, os maiores valores de 145,6 e 178,2 mg kg⁻¹ nas respectivas doses máximas estimadas do insumo orgânico de 7,02 e 7,87 L planta⁻¹. Os maiores valores estão de acordo com Malavolta et al. (1997) e insuficientes para a faixa exigida pela cultura que varia de 400,0 a 600,0 mg kg⁻¹. São inferiores também aos 293,5 mg kg⁻¹ de Mn determinado por Sousa et al. (2008) em maracujazeiro amarelo sob adubação potássica via água de irrigação.

Os teores de Zn acumulados nas plantas exibiram comportamentos distintos em função das doses do biofertilizante bovino e KCl (Figura 11). Nas plantas com e sem KCl os valores decresceram até 22,7 mg kg⁻¹ e aumentaram até 31,8 mg kg⁻¹ respectivamente na dose mínima e máxima estimada de 10,5 e 8,7 L planta⁻¹. Os resultados apesar de inferiores aos 116,0 mg kg⁻¹ obtidos por Gondim et al. (2009), em maracujazeiro amarelo irrigado com lâminas crescente de água não salina em plantio com uma, duas, três e quatro plantas por cova, fertilização com NPK, superam a faixa admitida como suficiente à cultura na amplitude de 25,0 a 40,0 mg kg⁻¹ do micronutriente na matéria seca das folhas (Malavolta et al., 1997).

Os teores foliares de Na foram superiores nas plantas desenvolvidas no solo com biofertilizante e cloreto de potássio (Figura 12). Ao considerar a ação antagonista entre

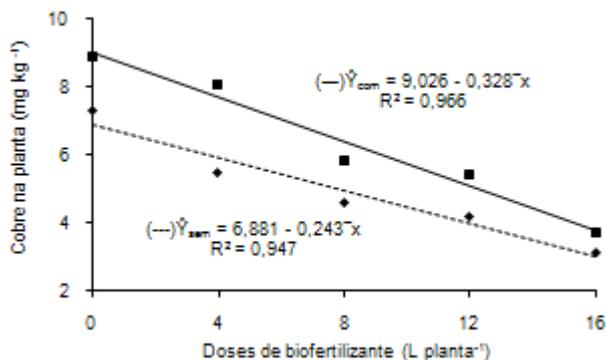


Figura 8. Teores foliares de cobre nas plantas de maracujazeiro amarelo em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 8. Copper leaf contents in yellow passion fruit plants, as function of the doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

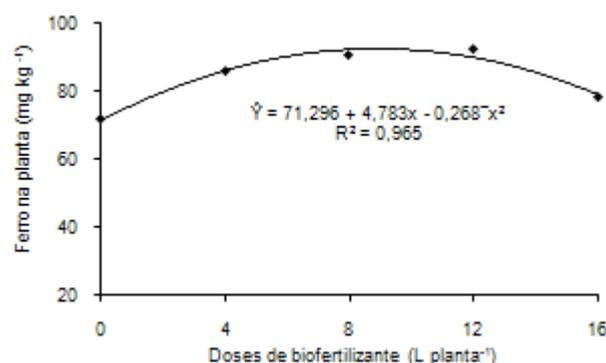


Figura 9. Teores foliares de ferro em plantas de maracujazeiro amarelo em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 9. Iron leaf contents in yellow passion fruit plants, as function of the doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

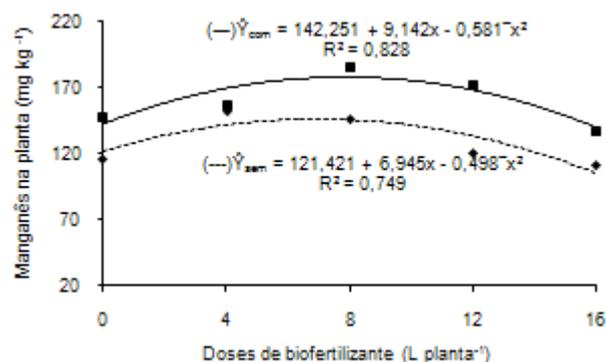


Figura 10. Teores foliares de manganês em plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante bovino no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 10. Manganese leaf content in yellow passion fruit plants, as function of doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

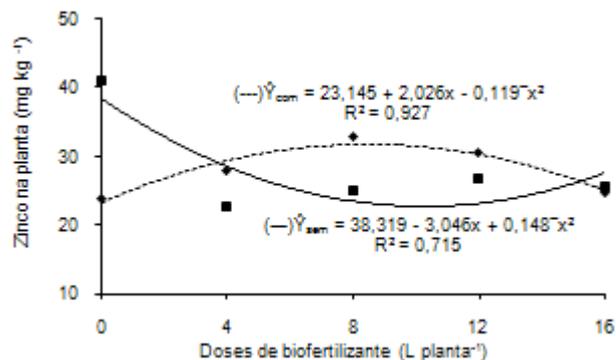


Figura 11. Teores foliares de zinco em plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante bovino, no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 11. Zinc leaf content in yellow passion fruit plants, as function of doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

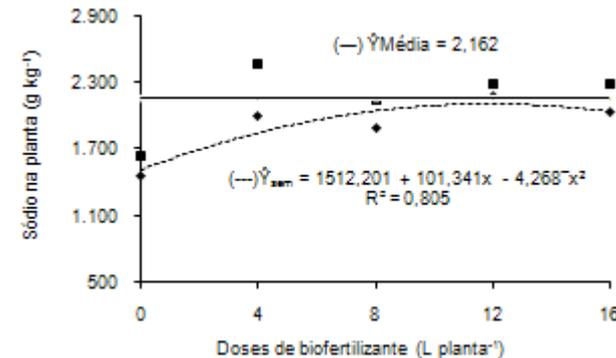


Figura 12. Teores foliares de sódio em plantas de maracujazeiro amarelo, em função das doses de biofertilizante líquido no solo sem (- -) e com (—) cloreto de potássio. CCA/UFPB, Areia-PB, Brasil, 2009

Figure 12. Sodium leaf content in yellow passion fruit plants, as function of doses bovine biofertilizer in soil without (- -) and with (—) potassium chloride. CCA/UFPB, Areia-PB, Brazil, 2009

Na e K (Raij, 1991; Malavolta, 2006), essa situação contrasta com a literatura; em que é frequente a redução da absorção Na^+ pelas plantas quando a disponibilidade de potássio ou de potássio é elevada no solo.

Nas plantas com KCl, os dados não apresentaram ajustes, por isso, foram representados pelo valor médio de 2,2 g kg^{-1} , em função das doses do biofertilizante bovino (Figura 12). No solo sem KCl os teores acumulados nas folhas aumentaram com a adição de biofertilizante até o maior valor de 2,1 g kg^{-1} , referente a dose máxima do insumo de 11,9 L planta^{-1} . Essa tendência está coerente ao considerar o maior teor de Na^+ no biofertilizante (Tabela 2).

Pelos resultados, se verifica que independentemente da aplicação ou não do KCl, a acumulação de Na, mesmo não sendo elemento essencial para esta cultura, é marcadamente superior a soma dos micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco. Situação semelhante, isto é, superioridade

do Na⁺ em relação à soma de B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca foliar também foi apresentada por Rodolfo Júnior et al. (2008) em plantas de maracujazeiro cultivado em solo com biofertilizante bovino e fertilização do solo com N, P e K.

CONCLUSÃO

As plantas no início da floração, no solo sem e com KCl, estavam nutricionalmente equilibradas em N, Mg, S e Zn, mas deficientes em P, Ca, B, Cu, Fe e Mn.

Apenas as plantas do solo com aplicação de KCl estavam adequadamente supridas em K.

Os teores de Na acumulados nas folhas superaram a soma de todos os micronutrientes.

O biofertilizante isoladamente não é suficiente para suprir as exigências nutricionais do maracujazeiro amarelo.

LITERATURA CITADA

- Abreu, C.A.; Lopes, A.S.; Gabrielli, G.C. Micronutrientes. In: Novais, F.R.; Alvarez V., V.H.; Bairros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1070p.
- Alves, G.S.; Cavalcante, L.F.; Mesquita, E.F.; Gondim, S.C.; Rodrigues, F.E.A.; Cruz, M.C.M.; Oliveira, F.A. Composição mineral de plantas de maracujazeiro amarelo e fertilidade do solo sobre adubação nitrogenada. In: Anais do Curso de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, 25., 2003, Areia. Anais... Areia: UFPB, 2003. p.38-49.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Banzatto, D.A.; Kronka, S.N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal: UNESP, 2008. 247p.
- Borges, A. L. Diagnóstico foliar em maracujazeiro. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 2 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Maracujá em Foco, 28). <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/produto_em_foco/maracuja_28.pdf>. 12 Abr. 2011.
- Brito, M.E.B.; Melo, A.S.; Lustosa, J.P.O.; Rocha, M.B.; Viégas, Holanda, F.S.R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. Revista Brasileira de Fruticultura, v.27, n.2, p.260-263, 2005. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v27n2/a18v27n2.pdf>>. doi:10.1590/S0100-29452005000200018. 21 Mai. 2011.
- Campos, V.B.; Cavalcante, L.F.; Morais, T.A.; Menezes Junior, J.C.; Prazeres, S.S. Potássio, biofertilizante e cobertura morta: Efeito sobre o crescimento do maracujazeiro amarelo. Revista Verde, v.3, n.2, p.78-86, 2008. <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/98/98>>. 16 Mai. 2011.
- Cavalcante, L.F.; Santos, G.D.; Oliveira, F.A.; Cavalcante, I.H.L.; Gondim, S.C.; Cavalcante, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.2, n.1, p.15-19, 2007. <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=81&path%5B%5D=62>>. 13 Fev. 2011.
- Dias, T.J.; Cavalcante, L.F.; Freire, J.L.O.; Nascimento, J.A.M.; Cavalcante, M.Z.B.; Santos, G.P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.15, n.3, p.229-236, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n3/v15n3a02.pdf>>. doi:10.1590/S1415-43662011000300002. 17 Mar. 2011.
- Dias, T.J.; Cavalcante, L.F.; Gondim, S.C.; Raposo, R.W.; Cavalcante, I.H.; Santos, G.D. Composição foliar de macronutrientes em maracujazeiro amarelo e fertilidade do solo. In: Anais do Curso de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, 26., 2004, Areia. Anais... Areia: UFCG, 2004. p.81-97.
- 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 Ciência da Terra, n.1, suplemento especial, p.1-9, 2009. <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/1maracujazeiro.pdf>>. 17 Abr. 2011.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p.
- Epstein, E.; Bloom, A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006. 404p.
- Falcão, N.P.S.; Silva, J.R.A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. Acta Amazonica, v.34, n.3, p.337-342, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n3/v34n3a01.pdf>>. doi:10.1590/S0044-59672004000300001. 15 Mai. 2011.
- 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, v.22, n.4, p.100-107, 2009. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1334/747>>. 11 Fev. 2011.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção agrícola municipal. <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. 10 Fev. 2010.
- Kishore, K.; Pathak, K.A.; Shukla, R.; Bharali, R. Studies on floral biology of passion fruit (*Passiflora* spp.). Pakistan Journal of Botany, v. 42, n.1, p.21-29, 2010. <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(1\)/PJB42\(1\)021.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(1)/PJB42(1)021.pdf)>. 11 Mar. 2011.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- Mesquita, F.O.; Cavalcante, L.F.; Rebequi, A.M.; Lima Neto, A.J.; Nunes, J. C.; Nascimento, J. A. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. Agropecuária Técnica, v.31, n.2, p.134-142, 2010.
- Negreiros, J. R.S.; Américo J.R.W.; Álvares, V.S.; Silva, J.O.C.; Nunes, E.S.; Alexandre, R.S.; Pimentel, L.D.; Bruckner, C.H.

- Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.1, p.21-24, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29683.pdf>>. doi:10.1590/S0100-29452006000100009. 13 Mai. 2011.
- Pires, A.A.; Monnerat, H.P.; Marciano, C.R.; Pinho, L.G.R.; Zampirolli, P.D.; Rosa, R. C.; Muniz, R.A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1997-2005, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n5/21.pdf>>. doi:10.1590/S0100-06832008000500021. 11 Mar. 2011.
- Prado, R.M.; Natale, W. Nutrição e adubação do maracujazeiro-amarelo no Brasil. Uberlândia: EDUFU, 2006.192p.
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.
- Rodolfo Júnior, F.; Cavalcante, L. F.; Buriti, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante e adubação mineral com NPK. *Revista Caatinga*, v.21, n.5, p.134-145, 2008. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/339/590>>. 11 Mai. 2011.
- Rodrigues, A.C.; Cavalcante, L.F.; Oliveira, A.P.; Souza, 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*, v.13, p.117-124, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n2/v13n02a02.pdf>>. doi:10.1590/S1415-43662009000200002. 13 Mai. 2011.
- Santos, G.D. Avaliação do maracujazeiro-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2004.74p. Dissertação Mestrado.
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Oliveira, J.B.; Coelho, M.R.; Lumbrebas, J.F.; Cunha, T.J.F. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- São Jose, A.R.; Rebouças, T.N.H.; Pires, M.M. Maracujá: práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista: UESB, 2000. 72p.
- SAS Institute. SAS/ESTAT 2003: user's guide: statistics version 9.1 Cary: SAS, 2003. CD Rom.
- Silva, A.F. Pinto, J.M. França, C.R.R.S.; Fernandes, S. C.; Gomes, T.C.A.; Silva, M. S.L.; Matos, A.N.B. Preparo e uso de biofertilizante líquido. Petrolina: Embrapa, 2007. 4p.
- Sousa, V.F.; Foleggatti, M.V.; Frizzzone, J.A.; Dias, T.J.; Albuquerque Júnior, B.S.; Batista, E.C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.1, p.41-46, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n1/v12n01a06.pdf>>. doi:10.1590/S1415-43662008000100006. 21 Mai. 2011.