

COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E BIOFERTILIZANTE

A. V. M. de Aguiar¹, L. F. Cavalcante², R. M. da Silva³, T. A. G. Dantas⁴, A. G. de L. Souto⁵, S. A. G. Dantas⁵

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do biofertilizante bovino líquido no solo cultivado com três genótipos de maracujazeiro amarelo e irrigados com água moderadamente salina, quanto à composição mineral das folhas e exportação de nutrientes para frutos. O experimento foi conduzido no município de Nova Floresta - PB, em delineamento de blocos ao acaso, no esquema fatorial 3×5 , referente a três genótipos (Seleção Local, BRS Sol do Cerrado e BRS Gigante Amarelo) e cinco doses de biofertilizante (0% - água de irrigação, 10%, 20%, 30% e 40%), aplicados mensalmente em volume constante de 5 L planta⁻¹. Os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn e Zn foram determinados na matéria seca das folhas e frutos. As plantas no período da amostragem estavam supridas em N, Mg e nos micronutrientes Mn, Cu, Fe e Zn, sendo o Gigante Amarelo com maior quantidade de nutrientes nas folhas. O nitrogênio e o ferro foram os nutrientes mais exportados para os frutos. Os genótipos Seleção Local e Gigante Amarelo foram os genótipos que mais exportaram nutrientes para os frutos.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims, insumo orgânico, exportação de nutrientes.

MINERAL COMPOSITION AND NUTRIENT EXPORTATION IN PASSION FRUIT IRRIGATED WITH WATER SALINE AND BIOFERTILIZE

SUMMARY: The objective of this work was to evaluate the effect of the liquid bovine biofertilizer on the soil cultivated with three genotypes of yellow passion fruit and irrigated with moderately saline water, on the mineral composition of the leaves and export of nutrients to fruits. The experiment was conducted in the municipality of Nova Floresta - PB, in a

¹ Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN. E-mail: ana_aguiar_@live.com

² Doutor, Professor do PPGA/CCA/UFPB, Areia-PB; pesquisador INCTSal.

³ Doutor, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Doutor, Professor do IFCE, Tianguá-CE.

⁵ Doutorando em Fitotecnia, UFV, CEP: 36570 900, Viçosa, MG.

randomized block design, in the 3×5 factorial scheme, referring to three genotypes (Local Selection, BRS Sol do Cerrado and BRS Giant Yellow) and five doses of biofertilizer (0 10%, 20%, 30% and 40%), applied monthly in a constant volume of 5 L plant⁻¹. The nutrients N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn And Zn were determined in the dry matter of leaves and fruits. The plants in the sampling period were supplied in N, Mg and in the micronutrients Mn, Cu, Fe and Zn, being the Yellow Giant with greater amount of nutrients in the leaves. Nitrogen and iron were the most exported nutrients for fruits. The genotypes Local Selection and Yellow Giant were the genotypes that exported more nutrients to the fruits.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims, organic amendment, nutrient exportation.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a posição de maior produtor e consumidor mundial de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims), e o suco da sua fruta é o terceiro mais produzido no País, com produção de 694.53 t. A Paraíba ocupa a 5^o posição no ranking dos maiores produtores dos estados do Nordeste, produtividade de 9,30 t ha⁻¹ (IBGE, 2013). A baixa produtividade do maracujazeiro no estado pode estar relacionada a muitos fatores, como utilização de material biológico de baixa qualidade e o manejo inadequado da cultura, principalmente a fertilidade do solo e a nutrição mineral das plantas.

A nutrição mineral é importante no manejo da cultura do maracujazeiro amarelo, por se tratar da absorção dos elementos essenciais e suas respectivas funções às plantas. Com isso, a aplicação de insumos orgânicos, como o biofertilizante bovino pode atuar através do aumento da fertilidade do solo, melhorias das propriedades físicas e incrementar a população microbológica edáfica; além de possui ação atenuante da salinidade conforme observado por Cavalcante et al. (2009), que influencia positivamente na nutrição de maracujazeiro-amarelo e supri adequadamente em nutrientes (Nascimento et al., 2011).

Por apresentar grande potencial econômico, o maracujazeiro-amarelo possui cultivares melhorada, tais como os híbridos BRS Sol do Cerrado, BRS Gigante Amarelo que apresentam produtividade média de 40 t ha⁻¹, onde o híbrido BRS Sol do Cerrado é indicado, tanto para mesa como indústria e, o teor médio de sólidos solúveis variando de 13 a 14 °Brix e BRS Gigante Amarelo possui boa aceitação para o *consumo in natura*, com rendimento de polpa em torno de 40% e teor de sólidos solúveis de 13 a 15 °Brix (IBRAF, 2010).

Estudos têm sido desenvolvidos quanto à nutrição mineral das plantas, mas com relação ao manejo da adubação, resposta das culturas às doses e fontes, sem levar em consideração a qualidade da água de irrigação (Rodrigues et al., 2009), se fazendo necessário estudos quanto as tecnologias alternativas que minimizem os efeitos da salinidade da água de irrigação e seus efeitos às plantas, principalmente da absorção de nutrientes e no estado nutricional.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses de biofertilizante bovino líquido no solo cultivado com três genótipos de maracujazeiro amarelo irrigados com água moderadamente salina, quanto à composição mineral das folhas e exportação de nutrientes pela colheita dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de fevereiro de 2012 a março de 2013, no município de Nova Floresta, Paraíba, Brasil. O clima do município é do tipo quente e seco, com pluviosidade média anual em torno de 800 mm, temperatura e umidade relativa do ar com médias anuais de 24,5°C e 68%. No período do experimento a temperatura média foi de 30,18°C e uma precipitação total de 376,50 mm. O solo da área experimental foi classificado com sendo um Latossolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 2013). As variáveis químicas quanto a fertilidade e salinidade e físicas do solo estão caracterizadas na Tabela 1.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, no esquema fatorial 3G × 5B, referente a três genótipos (Seleção Local “Guinezinho” - SL, BRS Sol do Cerrado - SL e BRS Gigante Amarelo - GA) e cinco doses de biofertilizante bovino correspondentes a 0 (água de irrigação), 10, 20, 30 e 40% do volume de 5 litros de água aplicados mensalmente, com três repetições e três plantas por parcela, nas distâncias de plantio de 3 m entre plantas e 2,5 m entre as linhas, totalizando 135 plantas.

Antes da instalação do experimento, em função dos baixos teores de cálcio e elevado teor de magnésio, foi realizada uma calagem em toda área, com calcário (48,16% de CaO e 4,3% de MgO) e incorporado na camada de 0 - 20 cm, para elevar a saturação por bases trocáveis para 70%. No preparo das covas, foram adicionados 10 L de esterco bovino curtido (C/N = 18:1) e uma suplementação mineral com 100 g cova⁻¹ de superfosfato simples (20% de P₂O₅). Trinta dias após a preparação das covas, o biofertilizante foi fornecido nas respectivas doses e no dia seguinte efetuou-se o transplântio das mudas.

O biofertilizante bovino líquido foi obtido pela fermentação anaeróbica de partes iguais de esterco fresco de bovino e água não salina e não clorada em biodigestor mantido hermeticamente fechado durante 30 dias e analisado como água para irrigação (Richards, 1954) e quanto os teores de nutrientes na matéria seca (Embrapa, 2011), os resultados estão expressos na Tabela 2. As doses de biofertilizante também foram avaliadas quanto à condutividade elétrica (CE 25°C), pH, teores de cátions e relação de adsorção de sódio - RAS (Tabela 3).

Para a determinação de nutrientes foliares, foram coletadas três pares de folhas do terceiro par de folhas a partir do broto terminal de ramos intermediários saudáveis, totalizando 27 folhas por tratamento amostras (Malavolta et al., 1997). Para a determinação da exportação de nutrientes, no pico da produção, foram colhidos dois frutos por parcela, totalizando seis frutos por tratamento. Em seguida, folhas e frutos, foram trituradas e acondicionadas em recipientes fechados e posteriormente levadas para análise em laboratório. Os teores de N foliar foi obtido pela digestão sulfúrica e determinado pelo método de Kjeldahl. Para os teores foliares de P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn foram determinada através de digestão nítrica e nitroperclórica para amostras de folhas e frutos, respectivamente (Embrapa, 2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, para os genótipos, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014), e regressão polinomial para as doses de biofertilizante, utilizando o software Table Curve (Jandel Scientific, 1991) para ajuste de regressão para cada variável dependente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares SL, SC e GA obtiveram teores máximos de 43,32, 53,17 e 46,6 g kg⁻¹ de N foliar, respectivamente, nas doses do biofertilizante bovino 19, 40% e na ausência do biofertilizante bovino. Nascimento et al. (2011) encontraram o valor de 46,5 g kg⁻¹ na dose estimada de 44,3% de biofertilizante, nos tratamentos sem adubação mineral com NPK. A aplicação de biofertilizante não supriu adequadamente a necessidade da cultura em potássio que é 35,0 a 45,0 g kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997), pois os maiores valores encontrados foram de 20,21, 21,33 e 21,39 g kg⁻¹ de K, nas doses de 34% para a SL e 40% para SC e GA, respectivamente (Figura 1B). Comportamento divergente foi observado por Nascimento et al. (2011), que relataram uma redução nos teores de potássio foliar nas plantas com incremento das doses de biofertilizante bovino e adubadas com NPK.

O teor foliar de manganês diminuiu com o incremento das doses de biofertilizante em todos os genótipos avaliados (Figura 2). A Seleção local obteve teor de 88,76 mg kg⁻¹ de Mn no tratamento sem o insumo orgânico. O cultivar Sol do Cerrado apresentou variação de 82,38 a 46,46 mg kg⁻¹ para as doses de 2,6 e 40%, enquanto que Gigante Amarelo variou de 80,52 e a 69,61 mg kg⁻¹ de Mn, nas doses 13,11 a 40%. Comportamento diferente foi observado por Menezes et al. (2012), pois os teores de acumulados de Mn aumentou com as doses de biofertilizante, nos tratamentos sem e com KCl os valores de 145,6 e 178,2 mg kg⁻¹.

Quanto à exportação do fósforo para os frutos nos genótipos SL e GA apresentaram aumentos com o acréscimo das doses do biofertilizante aplicadas ao solo, obtendo os maiores valores de 0,30 e 0,21 kg t⁻¹, respectivamente, na dose de 40%. Por outro lado, a menor exportação do nutriente foi verificada no cultivar SC (0,18kg t⁻¹) quando se aplicou a dose 7%, conforme observado na Figura 3A. Santos (2004) obteve exportação semelhante de 0,31kg t⁻¹ de P por tonelada de frutos colhidos do genótipo Local no solo aplicação de com biofertilizante bovino comum.

A exportação de potássio aumentou com o acréscimo das doses do insumo orgânico no tratamento cultivado com o Gigante Amarelo, com valor de 1,97 kg t⁻¹ na dose de 40% (Figura 3B). Para SC, houve uma redução da exportação do nutriente com o aumento das doses do insumo, alcançando a maior exportação do nutriente na dose estimada de 8,0%, com valor de 1,11 kg t⁻¹ de P. Embora significativos os valores encontrados para a SL, não se adequaram a nenhum modelo matemático, na qual foi extraído 1,31 kg t⁻¹ de fruto. Os valores exportados foram inferiores aos encontrados por Santos (2004), que obteve exportação média de potássio 4,18 kg t⁻¹ com aplicação de biofertilizante.

A exportação de sódio pelos frutos apresentou comportamento semelhante para os cultivares SC e GA, que alcançaram os maiores valores na dose de 40 % do insumo orgânico, com teores de 0,22 e 0,23 kg t⁻¹ de fruto de maracujazeiro. Para a SL, a dose estimada de 25,6% foi à dose promoveu a maior exportação de sódio para os frutos, com valor de 0,22 kg t⁻¹ (Figura 4A). Os resultados obtidos foram superiores aos encontrados por Santos (2004) que obteve média de 0,03 e 0,04 kg t⁻¹ de Na⁺ exportados por frutos de maracujazeiro amarelo sob doses de biofertilizante puro e enriquecido.

As exportações de cobre pelos frutos dos cultivares SL, GA e SC aumentaram linearmente, alcançando valores de 1,23, 1,23 e 0,83 g t⁻¹ quando se aplicou a dose de 40% de biofertilizante bovino, respectivamente (Figura 4B). Os resultados foram superiores aos encontrados por Santos (2004), que obteve 0,7 e 0,9 g t⁻¹ de Cu nos frutos dos tratamentos com biofertilizante puro e enriquecido. A exportação ferro para os frutos de maracujazeiro foi

reduzida com o incremento das doses de biofertilizante líquido de bovino, sendo que no cultivar SC, os teores médios foram de $16,32 \text{ g t}^{-1}$ na dose máxima estimada de 15,4% do insumo orgânico líquido. Para SL e GA, obtiveram as médias $16,28$ e $10,98 \text{ g t}^{-1}$, embora não tenha se adequado a nenhum modelo matemático com aumento das doses do biofertilizante bovino (Figura 5A). Esses resultados são inferiores aos apresentados por Santos (2004), com $60,3 \text{ g t}^{-1}$ de Fe exportados com a colheita dos frutos de maracujazeiro amarelo (Guinezinho).

A maior exportação de zinco para os frutos de maracujazeiro amarelo foi no cultivar GA quando se aplicou a dose de 40 %, com teores de $5,11 \text{ g t}^{-1}$. Enquanto que para o SC, o incremento das doses do insumo promoveu uma redução nos teores do micronutriente, sendo que no tratamento sem a aplicação do biofertilizante, foram obtidos os maiores valores de Zn ($4,97 \text{ g t}^{-1}$). O valor médio verificado no SL foi de $4,47 \text{ g t}^{-1}$ e não se adequaram a nenhum modelo de regressão com o aumento das doses do insumo orgânico (Figura 5B). Os resultados foram expressivamente inferiores aos registrados por Santos (2004) que obteve valores de $203,9 \text{ g t}^{-1}$ de zinco exportado pelos frutos de maracujazeiro no tratamento com biofertilizante comum.

CONCLUSÕES

O biofertilizante, na época da amostragem, isoladamente não supriu as exigências nutricionais do maracujazeiro amarelo para a maioria dos nutrientes, exceto para nitrogênio, magnésio, cobre, ferro e manganês.

O nitrogênio e o ferro foram o macro e micronutriente, respectivamente, mais exportados para os frutos de maracujazeiro amarelo.

A ordem de exportação de nutrientes para os frutos de maracujazeiro amarelo foi: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu}$.

Dentre os genótipos estudados, o BRS Gigante Amarelo apresentou maior teor de nutrientes nas folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, V.4, n.4, p.414-420, 2009.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise do solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solo: Rio de Janeiro, 2011, 230p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, V.38, n.2, p.109-112, 2014.

IBGE/ SIDRA. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 16 de jun. 2016.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. Supermaracujá. http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=7566. Acesso em 16 de jun. 2016.

JANDEL SCIENTIFIC. User's manual. Califórnia, 1991. 280p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

MENEZES, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G. Composição mineral do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante bovino e cloreto de potássio no solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, V.7, n.2, p.260-268, 2012.

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 Fruticultura*, V.33, n. spl, p.729-735, 2011.

RICHARDS, L. A. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p.

RODRIGUES, C. R. F.; SOUZA, R. H. V.; LIMA, C. S.; SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, R. A. Particionamento de K⁺ em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob estresses combinados de salinidade e temperatura elevada. In: I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-manso, Brasília, 2009.

SANTOS, G. D. Avaliação do maracujazeiro - amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida. 2004. 74f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

Tabela 1. Caracterização química, da salinidade e física inicial do solo da área experimental.

Atributos Químicos	Valores	Atributos de Salinidade	Valores	Atributos Físicos	Valores
pH (1:2,5)	5,48	pH (1:2,5)	5,51	Areia grossa (g kg ⁻¹)	423,00
MOS (g dm ⁻³)	9,20	CE (dS m ⁻¹)	2,60	Areia fina (g kg ⁻¹)	207,00
P (mg dm ⁻³)	64,22	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,45	Silte (g kg ⁻¹)	156,00
K ⁺ (mg dm ⁻³)	72,70	Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,21	Argila (g kg ⁻¹)	214,00
Na ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,39	Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,24	Ada (g kg ⁻¹)	25,00
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	1,65	Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	11,77	GF (%)	66,00
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	1,20	K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,14	ID (%)	34,00
SB (cmolc dm ⁻³)	3,43	SO ₄ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	1,15	Ds (g cm ⁻³)	1,39
H ⁺ +Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	2,15	CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	Traços	Dp (g cm ⁻³)	2,66
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	traços	HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	3,33	Pt (%)	0,48
CTC (cmolc dm ⁻³)	5,58	Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	20,67	Ucc (%)	12,6
V (%)	61,00	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	24,90	Upmp (%)	5,70
m (%)	--	PST (%)	6,94	Ad (%)	6,90

SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca catiônica; = Saturação por base; m= Saturação por alumínio; MOS= Matéria Orgânica do solo; CE = condutividade elétrica; Ada = Argila dispersa; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão; Ds= densidade do solo; Dp = Densidade de partículas; Pt= Porosidade total; Ucc = Umidade ao nível de capacidade de campo à tensão de -0,033 MPa; Upmp = Umidade no ponto de murchamento permanente à tensão de -1,500 MPa; Ad = Água disponível.

Tabela 2. Caracterização do biofertilizante bovino líquido puro para fins de irrigação e teores de nutrientes na matéria seca.

pH	CE		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS		
	dS m ⁻¹		mmolc L ⁻¹								(mmol L ⁻¹) ^{1/2}		
7,28	15,90	19,00	28,50	68,26	47,75	13,77	0,33	17,30	126,17	14,01			
N	K	P	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Na	Cl
g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹										
16,20	3,00	23,50	12,80	49,60	-	257,00	129,00	345,40	14,10	-	-	241,26	-

Tabela 3. Valores médios da condutividade elétrica (CE 25°C), pH, teores de cátions e RAS das diferentes doses de biofertilizante em água.

DOSE	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS
		dS m ⁻¹	mmolc L ⁻¹				
0*	3,53	1,40	1,81	3,00	8,76	0,33	5,65
10	6,13	2,85	7,63	10,24	3,85	6,86	1,29
20	6,45	4,30	11,14	15,29	5,71	9,03	1,57
30	6,87	5,75	15,22	19,98	7,77	13,69	1,85
40	6,91	7,19	18,83	25,59	9,64	17,32	2,05

* = Água de irrigação

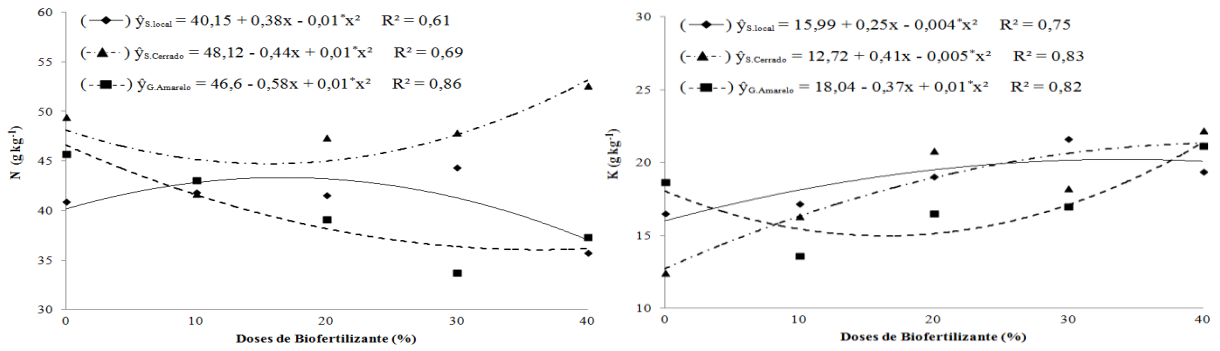


Figura 1. Teor de nitrogênio (A) e teor de potássio (B) nas folhas de genótipos de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante líquido.

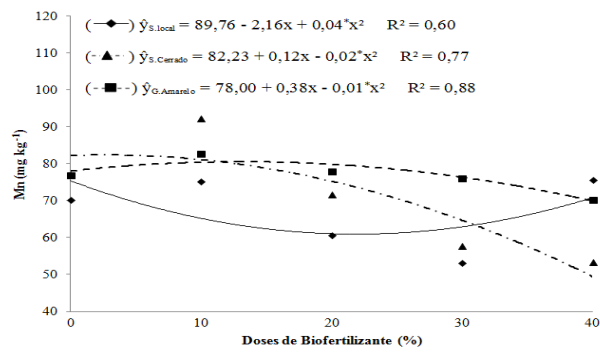


Figura 2. Teor de manganês nas folhas de genótipos de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante líquido.

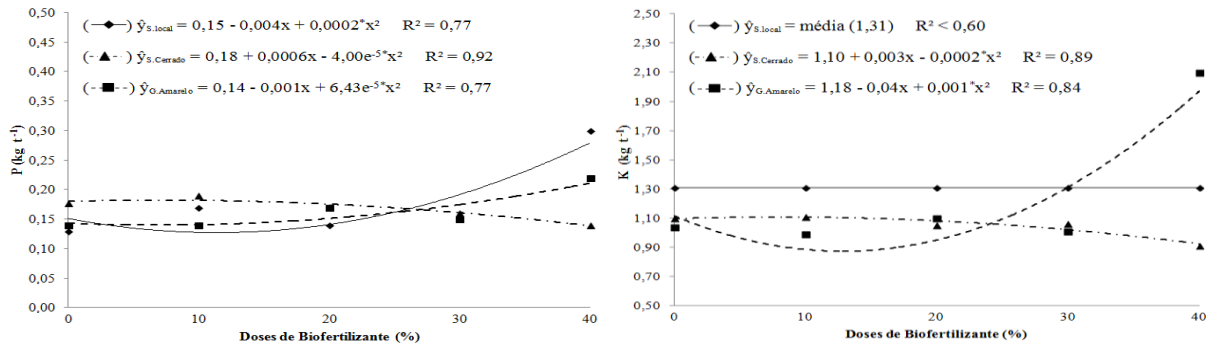


Figura 3. Exportação de fósforo (A) e potássio (B) por frutos de genótipos de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante líquido.

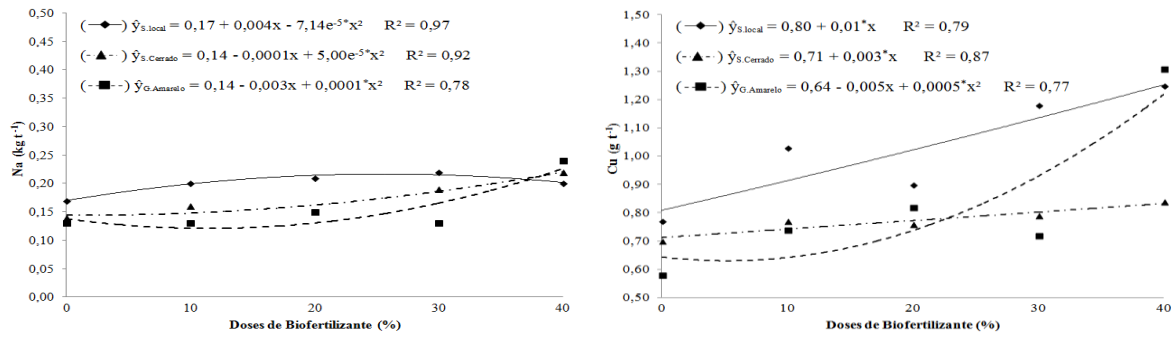


Figura 4. Exportação de sódio (A) e cobre (B) por frutos de genótipos de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante líquido.

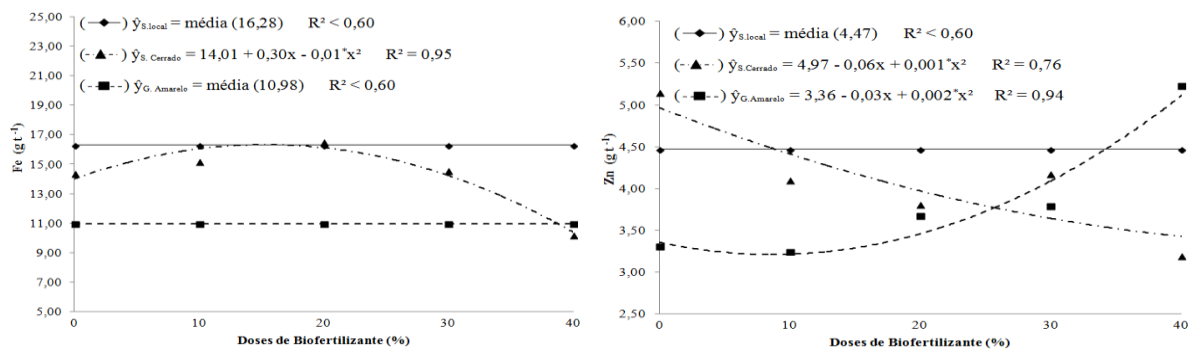


Figura 5. Exportação de ferro (A) e zinco (B) por frutos de genótipos de maracujazeiro amarelo, em função de doses de biofertilizante líquido.