

BIOFERTILIZANTE E ADUBAÇÃO MINERAL NA QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

JOSE ADEILSON MEDEIROS NASCIMENTO¹; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE²; STÊNIO ANDREY GUEDES DANTAS³; SHERLY APARECIDA DA SILVA MEDEIROS⁴ E THIAGO JARDELINO DIAS⁵

¹Prof. Doutor. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Tianguá, Rodovia CE 187, CEP 62320-000, Tianguá (CE), Brasil. adeilson.nascimento@ifce.edu.br

²Prof. Doutor. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Cidade Universitária, Rodovia BR 079, Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. lofeca@cca.ufpb.br

³Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Cidade Universitária, CEP 36570-000, Viçosa (MG), Brasil. stenioandrey@gmail.com

⁴Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. sherly.agro@hotmail

⁵Prof. Doutor. Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Cidade Universitária. CEP 58220-000 - Bananeiras – PB. thiagojardelinodias@gmail.com

1 RESUMO

A adoção de técnicas e insumos alternativos na fruticultura está associada aos efeitos no crescimento, capacidade e nas características externas e internas dos frutos, visando atender padrões de qualidade exigidos para o consumo *in natura* ou para o processamento. Nessa direção, foi desenvolvido experimento, no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011 para avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em solo com biofertilizante bovino, e adubação mineral. Os tratamentos foram arrançados em blocos ao acaso, com três repetições e 12 plantas por parcela, usando o esquema fatorial 4×2 , relativo à quatro doses de biofertilizante bovino (0,0; 33,3; 66,6 e 100%) em solo sem e com adubação mineral (NPK). As variáveis físicas avaliadas referiram-se a espessura e firmeza de casca, número de sementes e rendimento de polpa; as de natureza química foram pH do suco, acidez titulável, sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) e teores de vitamina C. A adubação mineral potencializou o efeito positivo do biofertilizante nas características físicas e químicas dos frutos, tornando-os adequadas para o consumo *in natura* e para o processamento da polpa. O biofertilizante, mesmo no solo sem adubação mineral proporcionou qualidade físico-química adequada aos frutos de maracujazeiro. Pelos resultados a água com elevada salinidade (CEa 3,7 a 4,9 dS m^{-1}) não comprometeu a qualidade dos frutos para o mercado. O biofertilizante exerceu ação benéfica às características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro irrigado com água de salinidade elevada.

Palavras chave: *Passiflora edulis* Sims., Qualidade pós-colheita, Insumo orgânico líquido

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; MEDEIROS, S. A. S.; DIAS, T. J.

BIOFERTILIZER AND MINERAL FERTILIZATION ON FRUIT QUALITY OF PASSION FRUIT PLANTS UNDER SALINE WATER IRRIGATION

2 ABSTRACT

Adoption of techniques and alternative inputs for fruit production is associated with their effects not only on growth, capacity of the plants, but also on external and internal characteristics of fruits, aiming at meeting standards of quality required for fresh consumption or juice processing. With this in mind, an experiment was conducted from October 2010 to December 2011 to evaluate post-harvest quality of fruits of the passion fruit plant under saline water irrigation in soil with bovine biofertilizer and mineral fertilization. Randomized blocks with three replicates and 12 plants per plot were used in a 4 x 2 factorial design considering four levels of bovine biofertilizer (0.0; 33.3; 66.6 and 100%) in soil with and without mineral fertilization (NPK). The physical variables concerned peel thickness and firmness, number of seeds and pulp yield. The chemical variables concerned juice pH, treatable acidity, soluble solids (°Brix) and ascorbic acid levels. Mineral fertilization enhanced the positive effect of the biofertilizer on the physical and chemical characteristics of the fruits, making them suitable for fresh consumption and juice processing. Even in the soil with no mineral fertilization, the biofertilizer supply provided suitable physical-chemical quality to the passion fruit plants. Based on the results, the high salinity water (CEa 3.7 to 4.9 dS m⁻¹) did not jeopardize the quality of fruits for marketing. The biofertilizer had a positive effect on physical and chemical characteristics of passion fruit plants irrigated with high salinity water.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims., post harvest quality, liquid organic input

3 INTRODUÇÃO

A cultura do maracujá ocupa lugar de destaque na fruticultura tropical, um segmento que se expandiu como um todo nos últimos 30 anos (MELETTI et al., 2011). Com a valorização da cultura, principalmente nas últimas décadas, pelo aumento do consumo interno da fruta *in natura* e pelo suco processado, aumentaram também o número de trabalhos de pesquisa visando aumentar o rendimento da cultura e melhoria da qualidade do produto final.

No tocante à qualidade pós-colheita, a maioria das informações científicas na literatura relata sobre a influência do manejo de diversos fatores de produção sobre a qualidade final do fruto de maracujazeiro em cultivo sem ou com irrigação. No entanto, no Nordeste do Brasil, responsável por mais da metade da produção nacional (IBGE, 2013), a qualidade das águas utilizadas na irrigação, vem preocupando os produtores e pesquisadores da região semiárida.

Em muitas áreas produtoras dessa fruta, a exemplo da Paraíba e Rio Grande do Norte, a irregularidade pluviométrica associada à escassez de água de boa qualidade para irrigação induz os produtores a utilização de fontes hídricas comprometidas pelo excesso de sais.

O maracujazeiro amarelo é uma planta considerada sensível ao excesso de sais (AYERS; WESTCOT, 1999) e a irrigação com águas salinas pode comprometer o crescimento e a qualidade do fruto produzido. No Nordeste, a maioria dos produtores cultivam pequenas áreas, entre três e cinco hectares, e em sistema de agricultura familiar (PIRES et al., 2008) e a falta de recursos em muitos casos não os permite adotar grandes investimentos em tecnologia de mitigação dos efeitos da salinidade sobre a cultura.

Outro problema é que as áreas de cultivo se concentram em Latossolos de baixa fertilidade, o que significa que aliada à mitigação dos efeitos provocados pela salinidade da água de irrigação deve-se atentar também para o suprimento adequado da cultura via fertilização.

Considerando os fatores supracitados, as tecnologias a serem implementadas no manejo de solo e água, com vistas a reduzir os efeitos negativos dos sais da água de irrigação sobre a qualidade da produção devem considerar pelo menos três fatores: baixa disponibilidade de recursos dos produtores, salinidade elevada da água, adoção de adubação mineral. Desse modo deve-se dar preferência à pesquisas e aplicação de técnicas e insumos de fácil manuseio, baixo custo para o produtor e de preferência que seja ambientalmente correto.

Com esse intuito, Freire et al. (2010), Dias et al. (2011) e Dias et al. (2012) avaliaram a influência do biofertilizante em solos adubados com NPK nas características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina e verificaram que esse insumo orgânico não elimina, mas mitiga os prejuízos causados pelos sais da água de irrigação à qualidade dos frutos.

A utilização desse insumo como mitigador dos efeitos depressivos dos sais às plantas é devido à ação positiva nas características físicas do solo e no ambiente radicular das plantas. As substâncias húmicas liberadas pela decomposição das fontes orgânicas, inclusive pelo biofertilizante, promovem a redução do potencial osmótico da solução do solo e, com efeito, estimulam a absorção de água e nutrientes pelas plantas, em ambientes salinos (MAHMOUD; MOHAMED, 2008; ASIK et al., 2009).

Assim sendo, objetivou-se com este experimento avaliar o efeito de doses de biofertilizante em solo sem e com adubação mineral sobre qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água de alta salinidade (CEa acima de 2,25 dS m⁻¹).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de outubro de 2010 a novembro de 2011, no município de Jaçanã - RN, o clima, conforme Koppen é do tipo As', quente e seco. As chuvas se concentram nos meses de março a julho. Os valores de pluviosidade no local, em 2010 e 2011, foram 415 e 1190 mm, respectivamente.

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO Vermelho Amarelo. A Tabela 1 apresenta os valores médios dos atributos químicos e físicos obtidos do solo na camada de 0-40 cm, antes do experimento, utilizando a metodologia descrita por Embrapa (2011).

Tabela 1. Caracterização química e física do solo à profundidade de 0-40 cm

Atributos químicos		Atributos físicos	
pH H ₂ O (1:2,5)	7,59	Areia grossa (g kg ⁻¹)	499,00
P (mg dm ⁻³)	10,00	Areia fina (g kg ⁻¹)	221,00
K ⁺ (mg dm ⁻³)	110,11	Silte (g kg ⁻¹)	172,00
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,20	Argila (g kg ⁻¹)	108,00
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,23	Argila dispersa (g kg ⁻¹)	58,00
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	Grau de flocculação (%)	46,29
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,40	Índice de dispersão (%)	57,71
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,47	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,30
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,35	Densidade de partícula (g cm ⁻³)	2,66
CTC (cmol _c dm ⁻³)	5,58	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,51
V(%)	76,68	Umidade a - 0,033MPa (%)	13,00
PST (%)	3,58	Umidade a - 1,500 MPa (%)	6,30
MO (g kg ⁻¹)	8,01	Classificação textural:	Franco Arenoso

SB = soma de bases ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$); CTC = Capacidade de troca catiônica = $\text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$; V = Valor de saturação por bases ($100 \times \text{SB}/\text{CTC}$); m = Saturação por alumínio = $(100 \times \text{Al}^{3+}/\text{CTC} - \text{Al}^{3+})$; PST = $(100 \times \text{Na}^+/\text{CTC})$, percentagem de sódio trocável; MO = matéria orgânica.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e 12 plantas por parcela adotando o arranjo fatorial 4×2 , relativo ao fornecimento de quatro doses de biofertilizante bovino diluídas em água (0,0; 33,3; 66,6 e 100%) aplicado em solo sem e com adubação mineral (NPK). Em todos os tratamentos foram fornecidos 6 L planta⁻¹ de cada dose de biofertilizante.

Para se chegar ao volume de seis litros multiplicou-se 7,5 L m⁻² (em virtude do fornecimento da dose 100%, biofertilizante não diluído) por 0,8 m², que foi a área de solo utilizada, em torno do caule das plantas, para distribuição das doses. Tomou-se por base a sugestão de Santos (1992), que recomenda aplicar no solo um volume máximo 7,5 L m⁻² de biofertilizante puro, ou seja, sem diluir.

Considerando o fornecimento de seis litros de mistura água + biofertilizante por planta, as doses apresentaram as seguintes proporções: dose 0% = 0 L de biofertilizante + 6 L de água, ou seja, aplicou-se somente água; dose 33,3 % = 2 L de biofertilizante + 4 L de água; dose 66,6% = 4 L de biofertilizante + 2 L de água e a dose 100% = 6 L biofertilizante + 0 L de água, ou seja, aplicação do insumo sem diluição. No nível 0% só foi aplicado água e no nível 100% o biofertilizante foi aplicado sem diluir. A água utilizada para a diluição do biofertilizante, antes de cada aplicação, foi a respectiva água de irrigação.

O biofertilizante foi produzido a partir de uma mistura de partes iguais de esterco bovino fresco e água não clorada e não salina em recipiente hermeticamente fechado durante 30 dias, em local sombreado sob fermentação anaeróbica, conforme metodologia descrita por Santos (1992). Para evitar o armazenamento de grandes quantidades e a perda de qualidade do produto, o insumo foi produzido a cada 60 dias em volume suficiente para cada aplicação, ou seja, a época de aplicação coincidia sempre com o final do processo de fermentação. O esterco utilizado para obtenção do insumo foi coletado sempre do mesmo estábulo e dos mesmos animais para evitar grandes divergências na composição.

A primeira aplicação de biofertilizante foi realizada 30 dias antes, por ocasião do preparo das covas, e a cada 60 dias após o transplantio das mudas em campo até o término do experimento. Para proceder as diluições do insumo antes das aplicações, foram utilizadas caixas d'água com capacidade para 200 litros, onde se colocava o insumo e posteriormente acrescentava-se água para obter as proporções desejadas. Do início do experimento até a colheita dos frutos foram realizadas quatro aplicações de biofertilizante. A cada aplicação uma amostra de cada dose foi coletada para caracterização como se fosse água para irrigação e os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Teores médios de cátions e ânions dissolvidos, pH e condutividade elétrica da água de irrigação e doses de biofertilizante durante o experimento.

Dose	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Cl ⁻	pH	CE
	-----mmol _c L ⁻¹ -----								
33,3	9,6	10,6	8,3	8,4	5,6	2,4	23,2	5,9	3,68
66,6	11,4	13,1	9,9	9,7	10,6	4,6	30,3	6,1	4,54
100,0	14,6	14,7	11	16	20,3	6,8	32,5	6,1	5,15

CE= Condutividade elétrica

As covas para o plantio foram abertas 30 dias antes do transplantio das mudas com dimensões de 40 × 40 × 40 cm, no espaçamento 2,5 m entre linhas e 3 m entre plantas. No

preparo foram fornecidos, 10 L de esterco bovino curtido (5% de umidade). Nos tratamentos com adubação mineral foram adicionados 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (9,0 g planta⁻¹ de P₂O₅) oriundo de superfosfato simples. O esterco bovino usado no experimento apresentou a seguinte composição: pH = 8,81; P = 1.526 mg dm⁻³; K⁺ = 3.170 mg dm⁻³; Na⁺ = 1,13 cmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺ = 1,65 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 7,8; Mg²⁺ = 9,5, matéria orgânica = 192,45 g kg⁻¹.

As mudas do maracujazeiro amarelo foram formadas em bolsas de polietileno preto de 18 cm de altura e 13 cm de diâmetro, usando como substrato terra de subsolo e esterco bovino de relação C/N 18:1 na proporção 1:1, e foram transplantadas quando estavam com cinco pares de folhas, o que equivale a uma altura de aproximadamente 30 cm. O transplântio foi realizado no final de outubro de 2009, período sem nenhum registro de pluviosidade no experimento.

As plantas foram conduzidas no sistema de espaldeira vertical simples em haste única até o fio de arame na altura de 2,20 m, e, em seguida, em dois ramos horizontais em sentidos opostos, ao longo do arame de sustentação. Nos tratamentos com a adubação mineral foram fornecidos 6,5 kg ha⁻¹ de N e 6,5 kg ha⁻¹ de K₂O 30 dias após o transplântio, 13,5 kg ha⁻¹ de N aos 60 e 90 dias. A partir dos 90 dias após o transplântio até o término da produção foram fornecidos 25 kg ha⁻¹ de N a cada 30 dias, totalizando 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N na forma de ureia. No início da floração foram incorporados 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 35 kg ha⁻¹ de K₂O, oriundo de cloreto de potássio.

No decorrer do experimento a irrigação foi realizada com água salina oriunda de poço Amazonas cuja condutividade elétrica foi analisada mensalmente e verificou-se valor mínimo 3,7 (outubro de 2009) e máximo 4,9 dS m⁻¹ (fevereiro de 2010), valor médio no período de 4,2 dS m⁻¹. Não há, na região onde foi realizado o trabalho, fontes hídricas com água de boa qualidade em quantidade suficiente para uso na irrigação.

O fornecimento de água foi realizado por gotejamento, usando dois gotejadores (tipo Katif), com vazão de 3,75 L h⁻¹, distanciados 20 cm do caule da planta. Nos primeiros 30 dias foram fornecidos 4 L planta⁻¹ dia⁻¹, dos 31 aos 90 dias 12 L planta⁻¹ e a partir da floração, 18 L planta⁻¹, conforme Nascimento et al. (2011).

Após o início da colheita, março de 2010, os frutos foram colhidos diariamente com pelo menos 30% da sua área com coloração amarelada (RODRIGUES et al., 2008) e no pico da colheita, quando todos os tratamentos apresentavam frutos em ponto de colheita, foram coletados 36 frutos por parcela para caracterização física e química (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Foram avaliados, espessura e firmeza de casca, número de sementes e rendimento de polpa e as características químicas como pH do suco, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix) e teores de vitamina C.

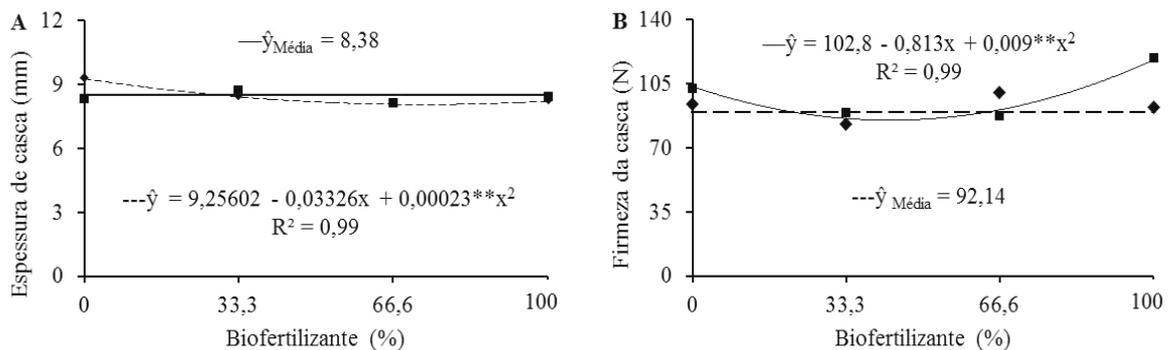
Os resultados foram submetidos à análise de variância, as médias referentes à adubação mineral foram comparadas pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade e as do biofertilizante por regressão polinomial, usando para o processamento dos dados o software SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espessura e firmeza da casca dos frutos foram influenciadas significativamente pelo biofertilizante e adubação mineral ao solo (Figura 1). O incremento das doses do insumo orgânico, no solo sem adubação mineral, provocou redução na espessura da casca de 9,25 para até 8,05 mm; nos tratamentos com NPK os resultados não se adequaram a nenhum

modelo matemático e, por isso, foram representados pelo valor médio 8,38 mm (Figura 1A). Estes resultados superaram o valor 7,11 mm, obtido por Freire et al. (2010) em frutos de plantas irrigadas com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$). A superioridade dos valores de espessura da casca em comparação aos observados pelos autores supracitados pode ser devido ao fato dos frutos terem sido produzidos e colhidos durante o período chuvoso da região, o que de acordo com Nascimento, Ramos e Menezes (1999) pode influenciar significativamente na absorção de água pela casca do fruto e conseqüentemente aumentar a sua espessura.

Figura 1. Espessura (A) e firmeza (B) da casca de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, em função de doses de biofertilizante comum na ausência (---) e presença (—) de adubação NPK.



Para Cavichioli, Rugiero e Volpi (2008), frutos de maracujazeiro amarelo com casca mais fina apresentam maior proporção de polpa. De acordo com Santos et al. (2009) frutos com espessura de casca de até 3,5 mm apresentam rendimento de polpa adequado.

O aumento nas doses de biofertilizante, no solo com NPK, elevou a firmeza de casca dos frutos (FC) de 102,8 para até 111,4 N e nos tratamentos sem NPK os resultados não se ajustaram a nenhum modelo matemático e foram representados pelo valor médio 92,14 N (Figura 1B). Percebe-se que os maiores valores de firmeza dos frutos foram observados nos tratamentos onde houve fornecimento de adubação mineral, o que está em acordo com os resultados de espessura da casca onde também observaram-se as maiores espessuras nos respectivos tratamentos.

Os valores de firmeza observados no trabalho são condizentes com os apresentados por Freire et al. (2010) e Dias et al. (2012) em plantas de maracujazeiro tratadas com biofertilizante e irrigação com água salina, mas são expressivamente superiores aos obtidos por Rodrigues et al. (2008) para frutos de plantas de maracujazeiro sob irrigação com água não salina no solo com biofertilizante Supermagro e potássio.

Os valores de firmeza são expressivamente elevados, evidenciando que mesmo com a redução na espessura da casca dos frutos nos tratamentos sem NPK não houve prejuízos à firmeza do fruto. A elevada espessura de casca pode ser reflexo das aplicações quinzenais de fertilizante foliar contendo macro e micronutrientes durante o ciclo produtivo. De acordo com Rodrigues et al. (2008) a vantagem de frutos com firmeza elevada é a maior resistência ao transporte para longas distâncias e o maior período de vida útil.

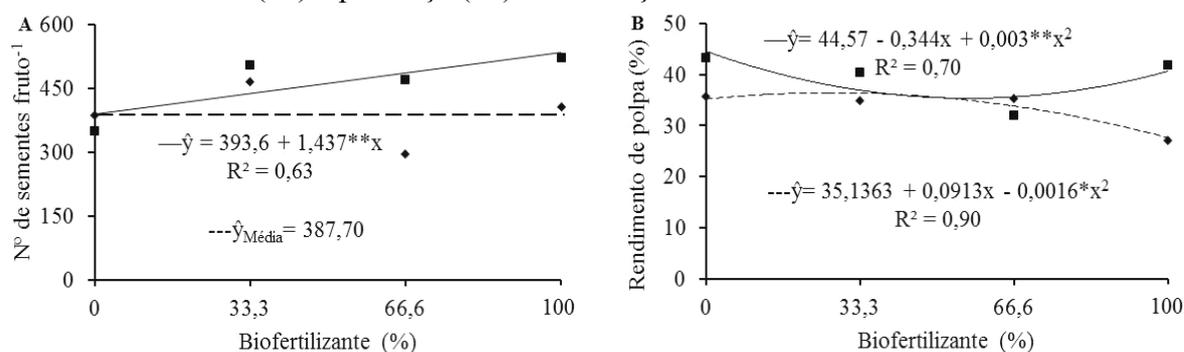
Nos tratamentos com NPK, a exemplo da espessura de casca, os valores de firmeza foram marcadamente superiores. Esse comportamento evidencia a relação entre a espessura e a resistência no que diz respeito à adubação NPK, expressando frutos com maior espessura de casca e maior firmeza nos respectivos tratamentos. A superioridade dos resultados em relação aos de trabalhos realizados com água não salina expressa que a elevada salinidade da água de

irrigação não comprometeu a espessura e nem a firmeza da casca dos frutos ao ponto de inviabilizar a comercialização.

O número de sementes por fruto foi elevado linearmente de 394 para 537 como o aumento nas doses de biofertilizante no solo com adubação mineral. Nos frutos obtidos das plantas oriundas dos tratamentos sem adubação mineral, os dados apesar de inferiores à variação de 394 a 537 sementes fruto⁻¹ não se ajustaram a nenhum tipo de regressão com valor médio de 387,7 sementes fruto⁻¹ (Figura 2A). Os resultados observados em ambas as situações superam o valor de 370 sementes fruto⁻¹ registrada por Freire et al. (2010) em maracujazeiros irrigados com água salina.

A superioridade apresentada nos tratamentos com adubação mineral em relação aos sem adubação é devido as plantas dos tratamentos com NPK apresentarem-se adequadamente supridas em nutrientes (NASCIMENTO et al., 2011) resultando em maior produção e deslocamento de reservas orgânicas e consequentemente em maior número de sementes por fruto (BORGES; CALDAS; LIMA, 2006).

Figura 2. Número de sementes (A) e rendimento de polpa (B) de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina (B), em função de doses de biofertilizante comum na ausência (---) e presença (—) de adubação NPK.



No solo sem adubação mineral o aumento das doses de biofertilizante reduziu o rendimento em polpa dos frutos de 35,19 para até 27,6%. Nos tratamentos com NPK inicialmente o rendimento em polpa diminuiu com o aumento das doses do biofertilizante bovino, atingindo o menor valor de 34,70% na dose de 57,3% do respectivo insumo (Figura 2B). Doses superiores a 57,3% promoveram aumentos da variável para até 40,3% referente a dose máxima do biofertilizante bovino. Os valores são inferiores aos 44% determinados por Freire et al. (2010) e Dias et al. (2011) em maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas no solo com biofertilizante bovino.

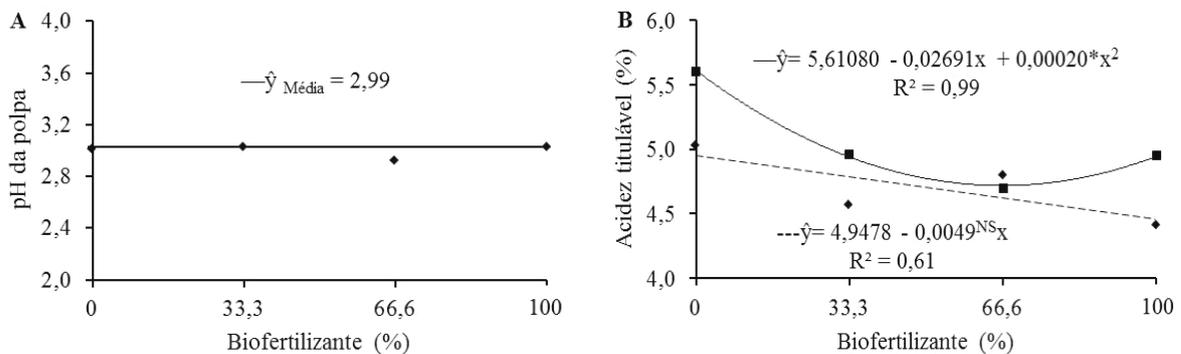
De acordo com Meletti et al. (2002), os valores de rendimento apresentados em todas as situações estão abaixo do ideal exigido para o processamento da polpa e para o consumo *in natura*, que deve ser acima de 50%. No entanto, para Nascimento, Ramos e Menezes (1999), frutos com rendimento em polpa acima de 33% são admitidos como adequados para o processamento da polpa. À exemplo do que ocorreu com o número de sementes, os tratamentos com NPK superaram os tratamentos sem NPK em rendimento de polpa. Esse comportamento é reflexo do maior número de sementes produzidas também nesses tratamentos e essa variável está diretamente relacionada ao teor de suco, devido à sarcotesta que envolve cada semente possuir um determinado volume desse líquido e contribuir para o aumento da polpa (MEDEIROS et al., 2009).

O decréscimo no rendimento de polpa com o aumento das doses de biofertilizante, nos tratamentos sem NPK, pode estar relacionado ao aumento da população de microorganismos

no solo provocado pelas maiores doses do insumo no período de formação dos frutos e, com efeito, terem competido com as plantas por nitrogênio e potássio, provocando a carência momentânea de ambos os nutrientes às plantas na época de maior exigência que se caracteriza na floração e formação dos frutos.

Apesar dos valores de pH da polpa terem sido influenciados significativamente pelas doses de biofertilizante, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático e foram, portanto, representados pelo valor médio 2,99 (Figura 3A). Em frutos de plantas de maracujazeiro irrigadas com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e tratadas com biofertilizante, Freire et al. (2010) e Dias et al. (2011) obtiveram valores de pH entre 3,0 e 3,3. Conforme Matsura e Folegatti (2002) valores de pH entre 2,5 e 3,5 são adequados para frutos de maracujazeiro destinados à produção de suco concentrado e armazenamento da polpa. Isto significa que a salinidade da água de irrigação não influenciou negativamente a ponto de comprometer a qualidade da polpa quanto ao pH e que o biofertilizante, juntamente com a adubação mineral, pode ter atenuado os efeitos depressivos dos sais sobre essa variável.

Figura 3. Valores de pH (A) e acidez titulável de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado em função de doses de biofertilizante.



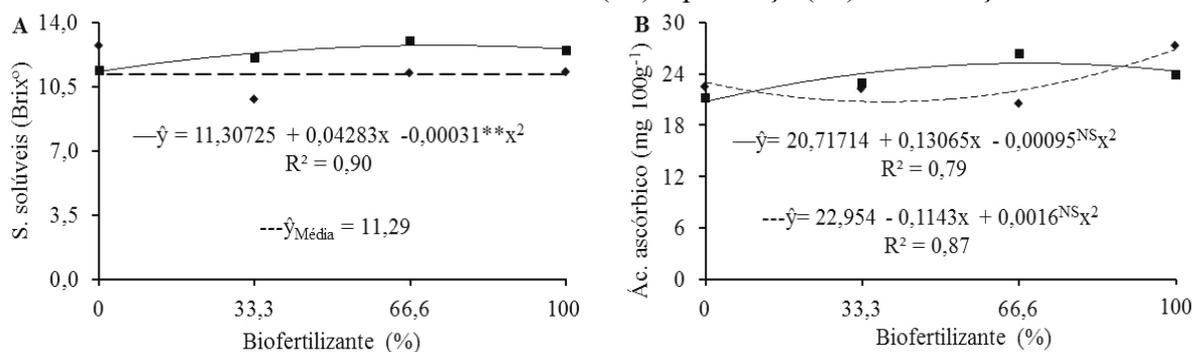
Os valores de acidez titulável da polpa dos frutos de maracujazeiro, independentemente da adubação, diminuíram com o incremento nas doses de biofertilizante (Figura 3B). Nos tratamentos sem NPK, os valores de acidez titulável foram reduzidos linearmente de 4,94 para 4,46%, nos tratamentos com NPK, apesar de superiores, foram reduzidos de 5,6 para até 4,7% referente à dose 67,2% de biofertilizante. Em frutos de plantas de maracujazeiro sob irrigação com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e aplicação de biofertilizante a cada 90 dias, Freire et al. (2010) e Dias et al. (2011) registraram valores de acidez titulável de 4,85% e 5,7%, respectivamente. Em experimento com biofertilizante e potássio sob irrigação com água não salina, Rodrigues et al. (2008) obtiveram frutos com acidez titulável variando de 4,1 a 4,59%.

Considerando que a faixa de acidez admitida como adequada para o consumo de maracujá na forma de fruta fresca e polpa (MATSURA; FOLEGATTI, 2002) é de 2,5 a 4,6%, o incremento das doses de biofertilizante foi benéfico para a acidez titulável dos frutos, reduzindo esta a valores adequados para o consumo. Porém, de acordo com Rocha et al. (2001) do ponto de vista industrial, a elevada acidez titulável diminui a necessidade de adição de acidificantes e propicia melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade organoléptica.

O incremento das doses de biofertilizante no solo com fornecimento de NPK, proporcionou aumento quadrático dos sólidos solúveis dos frutos, verificando-se o valor máximo de 12,78 °Brix referente à dose 69,08% de biofertilizante. Nos tratamentos sem NPK

os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e, portanto, foram representados pelo valor médio 11,29 °Brix (Figura 4A). Em frutos de plantas de maracujazeiro, Freire et al. (2010) e Dias et al. (2011) trabalhando com biofertilizante e irrigação com água salina (4,5 dS m⁻¹) observaram frutos com valores de 10,26 e 12,1 °Brix, respectivamente.

Figura 4. Valores de sólidos solúveis (A) e vitamina C (B) de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina (A) e salina (B), em função de doses de biofertilizante comum na ausência (---) e presença (—) de adubação NPK.



Comparando com valores obtidos em trabalhos realizados com água não salina, os valores de °Brix obtidos neste trabalho são inferiores. Campos et al. (2009) obtiveram valores acima de 14,0 °Brix em seis variedades de maracujazeiro amarelo e Cavichioli et al. (2011) registraram valores da ordem de 13,3 °Brix.

A inferioridade dos dados pode estar associada aos fatores: 1) apesar do fornecimento de potássio ao solo, as plantas estavam deficientes neste nutriente no início da frutificação, que é o nutriente mais diretamente responsável pelo sabor doce dos frutos (BRITO et al., 2005); 2) os frutos foram produzidos na época chuvosa e o excesso de água pode ter causado efeito diluidor nos sólidos solúveis e 3) a salinidade da água de irrigação pode ter inibido a produção de açúcares no suco dos frutos, como verificado por Dias et al. (2011), porém não ao ponto de inutilizar o fruto para o processamento. O regulamento técnico para a fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de maracujá do Ministério da Agricultura estabelece o valor mínimo de 11 °Brix para o teor de sólidos solúveis (RAIMUNDO et al., 2009). Isto indica que os frutos obtidos neste experimento são classificados como adequados para o consumo e produção de suco concentrado.

O aumento nas doses de biofertilizante fornecidas ao solo resultou na elevação dos teores de ácido ascórbico (AA) dos frutos. Nos tratamentos sem NPK os teores de AA foram elevados de 22,95 para 27,5 mg 100g⁻¹ de suco e nos tratamentos com NPK a dose referente a 68,8% de biofertilizante proporcionou o maior teor, 25,2 mg 100g⁻¹ (Figura 4B). Estes resultados estão coerentes com os obtidos por Freire et al. (2010) ao verificarem que em plantas de maracujazeiro irrigadas com água salina (4,5 dS m⁻¹) e sob adubação com NPK o fornecimento de biofertilizante resultou em frutos com teores de 22,5 mg 100g⁻¹ de suco. Em frutos de maracujazeiro amarelo também sob irrigação com água salina (3,9 dS m⁻¹) e adubação mineral o fornecimento de biofertilizante a cada 90 dias proporcionou teores de ácido ascórbico da ordem de 20 mg 100g⁻¹ de suco (DIAS et al., 2011).

Os valores de ácido ascórbico, em geral, estão acima do admitido como adequado (20 mg de 100g⁻¹ de suco) para frutos de maracujazeiro (MATSURA; FOLEGATTI, 2002). Isto indica que mesmo nos tratamentos sem NPK o biofertilizante elevou os teores de ácido ascórbico para níveis aceitáveis para o processamento dos frutos. Assim como para os teores

de sólidos solúveis, os teores de ácido ascórbico (AA) foram expressivamente superiores nos tratamentos com NPK, isto porque a adubação mineral com nitrogênio, fósforo e potássio associada ao biofertilizante proporciona melhor condição nutricional às plantas (NASCIMENTO et al., 2011) e, com efeito, maior formação de reservas de energia, síntese e translocação de fotoassimilados para os frutos. Além disso, a produção de ácido ascórbico está relacionada aos açúcares presentes no suco dos frutos das plantas em geral, inclusive do maracujazeiro-amarelo, em que os frutos sintetizam o AA a partir de açúcares hexoses, originalmente D-glicose ou D-galactose (RAIMUNDO et al., 2009; DIAS et al., 2011).

De acordo com os resultados observa-se que o fato da água utilizada na irrigação ser salina, não provocou perdas expressivas de qualidade, pois os resultados estão bem próximos ou superiores aos padrões mínimos exigidos pelos órgãos regulamentadores para o processamento e produção de polpa de frutos de maracujá para comercialização. Esses resultados ocorreram possivelmente devido o solo da área de cultivo ser um Latossolo, a condição física, na camada de 0-40 cm com 72% de areia, associada aos 51% da porosidade total contribuem para maior circulação de ar, água e nutriente às plantas, diminuindo a ação negativa do estresse provocado pela salinidade da água na capacidade produtiva e na qualidade da produção, o que também foi observado por Santos et al. (2012) no comportamento produtivo de plantas de pitanga submetidas a irrigação com água salina e humos de minhoca na mesma região.

Além da ação positiva nas características físicas do solo no ambiente radicular, as substâncias húmicas do biofertilizante, produzidas durante a decomposição do esterco bovino, promovem a redução do potencial osmótico da solução do solo e, com efeito, estimulam a absorção de água e nutrientes pelas plantas como constataram Mahmoud e Mohamed (2008) e Asik et al. (2009) ao irrigarem plantas de trigo com águas salinas e tratarem com diversos biofertilizantes e substâncias húmicas.

6 CONCLUSÕES

- 1- As características físicas dos frutos foram melhores nos tratamentos com a maior dose (100%) e as características químicas com a dose em torno de 70% do biofertilizante bovino.
- 2- O fornecimento de adubação mineral potencializou o efeito positivo do biofertilizante nas características físicas e químicas dos frutos.
- 3- Mesmo no solo sem adubação mineral o fornecimento de biofertilizante proporciona qualidade adequada aos frutos de maracujazeiro.
- 4- O fornecimento de biofertilizante ao solo é benéfico às características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro irrigados com água de salinidade elevada.

7 REFERÊNCIAS

ASIK, B. B.; TURAN, M. A.; CELIK, H.; KATKAT. A. V. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. **Asian Journal of Crop Science**, Islamabad, v. 1, n. 2, p. 87-95, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29 revisado 1).

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 301-304, 2006.

BRITO, M. E. B.; MELO, A.S.; LUSTOSA, J. P. O.; ROCHA, M. B.; VIÉGAS, P. R. A.; HOLANDA, S. F. R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 260-263, 2005.

CAMPOS, G. A.; TEXEIRA JUNIOR, T.; NOGUEIRA, S. R.; SILVA, G. L.; SANTOS NETO, D. L.; BLATT NETO, A. Qualidade de frutos de seis variedades de maracujazeiro azedo produzidas em condições do Cerrado Tocantinense. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 253, p. 1-20, 2009.

CAVICHIOLO, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPI, C. A. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro amarelo submetidos à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 649-656, 2008.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, S. L.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 567-574, 2011.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; 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**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 229-236, 2011.

DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, J. A. M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2905-2918, 2012. Suplemento 1.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011. 230 p. (Documentos, 132).

FREIRE, L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C. CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá-amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p.102-110, 2010.

IBGE. **Dados de agricultura**. 2013. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=18&i=P>>. Acesso em: 31 jan. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v.1, 533 p.

MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Amman, v. 4, n. 5, p. 520-528, 2008.

MATSURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil, 23).

MEDEIROS, S. A. F.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; PIRES, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RIBEIRO, J. G. B. L. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no distrito federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 85-91, 2011. Número especial, 1.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO, F. J. A. Desempenho das cultivares IAC – 273 e IAC – 277 de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) em pomares comerciais. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO – AMARELO, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/SBF, 2002. p. 166-167.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; SILVA, S. A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 729-735, 2011. Número especial, 1.

NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2353-2358, 1999.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, 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**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1997-2005, 2008.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 539-543, 2009.

ROCHA, M. C.; SILVA, A. L. B.; ALMEIDA, A.; COLLARD, F. H. Efeito do uso de biofertilizante Agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) no município de Taubaté. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 7, n. 2, 2001.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, p. 264-272, 2008.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: defensivo da natureza. 2. ed. rev. Niterói: Emater, 1992. 16 p.

SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; SIQUEIRA, D. L.; PIMENTEL, L. D. Características físicas do maracujá-azedo em função do genótipo e massa do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1102-1110, 2009.

SANTOS, G. P.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, T. A. G.; BARBOSA, J. A. Produção de pitangueira utilizando adubação organomineral e irrigação com água salina. **Irriga**, Botucatu v. 17, n. 4, p. 510-522, 2012.