



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

**TROCAS GASOSAS, COMPOSIÇÃO MINERAL, PRODUÇÃO E
QUALIDADE DE MARACUJEIRO AMARELO IRRIGADO COM
ÁGUA SALINA E ADUBADO COM POTÁSSIO E BIOFERTILIZANTE**

JÁRISSON CAVALCANTE NUNES

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



TROCAS GASOSAS, COMPOSIÇÃO MINERAL, PRODUÇÃO E
QUALIDADE DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM
ÁGUA SALINA E ADUBADO COM POTÁSSIO E BIOFERTILIZANTE

JÁRISSON CAVALCANTE NUNES

Sob a Orientação do Professor
Walter Esfrain Pereira

e Co-orientação do Professor
Lourival Ferreira Cavalcante

Tese submetida como requisito
para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia, no
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia.

Areia, PB
Março de 2016

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

N972t Nunes, Járison Cavalcante.

Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante / Járison Cavalcante Nunes. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xx, 164 f. : il.

*Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.*

Bibliografia.

Orientador: Walter Esfrain Pereira.

1. Maracujazeiro amarelo – Qualidade dos frutos 2. Irrigação de maracujazeiro – Água salina 3. Produção de maracujazeiro – Composição mineral 4. Passiflora edulis – Biofertilizante I. Pereira, Walter Esfrain II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.776.3(043.2)

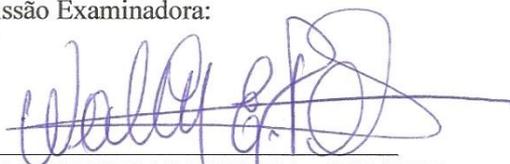
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TROCAS GASOSAS, COMPOSIÇÃO MINERAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBADO COM POTÁSSIO E BIOFERTILIZANTE

AUTOR: JÁRISSON CAVALCANTE NUNES

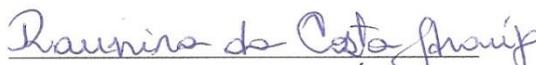
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



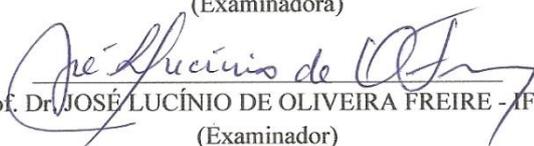
Prof. Dr. WALTER ESFRAIN PEREIRA - CCA/UFPB
(Orientador)



Prof. Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE - CCA/UFPB
(Examinador)



Prof. Dr. RAUNIRA DA COSTA ARAÚJO - CCSH/UFPB
(Examinadora)



Prof. Dr. JOSÉ LUCÍNIO DE OLIVEIRA FREIRE - IFPB
(Examinador)

Data da realização: 15 de março de 2016

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. WALTER ESFRAIN PEREIRA
Orientador

DEDICO...

A **DEUS**, nosso pai celestial, por todas as bênçãos concedidas, dando-me a oportunidade de mais uma conquista.

Aos meus pais, **JOÃO NUNES** e **MARIA DA CONCEIÇÃO CAVALCANTE NUNES**, e minha irmã, **JAILANE CAVALCANTE NUNES**, pelos ensinamentos, pelo amor, atenção, pelos estímulos e dedicação. Por compartilharem todos os momentos e por acreditarem nos meus sonhos. Vocês são meus orgulhos, minha inspiração, razão pelo qual alcancei tamanha meta.

A minha amada esposa, **JULIETE ARAÚJO DA SILVA NUNES**, exemplo de mulher. Obrigado pela compreensão, dedicação, amor, carinho e respeito. Sempre comigo em todos os momentos da minha vida, incentivando a realização dos meus sonhos.

Aos pequenos **Matheus Nunes** e **João Victor**, meus amados sobrinhos.

OFEREÇO...

Aos meus avôs paternos: Pedro Nunes “*in memorian*” e Juraci Nunes “*in memorian*”, e maternos, Sebastiana Bezerra Cavalcante e Roseli Bezerra Cavalcante “*in memorian*”, exemplo de pessoas honestas e batalhadoras.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me proteger e por mostrar sempre o caminho nas horas que mais necessitei.

Aos meus pais, João Nunes e Maria da Conceição Cavalcante Nunes, por todos os ensinamentos, pela educação, respeito, carinho, compreensão e amor. Eles sempre ensinaram que caráter e honestidade são as melhores virtudes do ser humano.

A minha esposa (Juliete), minha irmã (Jailane) e meus cunhados (Marlon Brene, Jânio, Jandiê e Juranildo), pelo apoio, carinho, compreensão e por toda confiança em mim depositada.

Aos meus sogros, Jurandi Suassuna (Galego) e Edilma Gonçalves, pelo respeito e carinho, e por sempre me receber de braços abertos.

Aos pequenos Matheus Nunes e João Linhares, que sempre contagiam o ambiente com os seus sorrisos.

Ao Prof. Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE, pelas orientações acadêmicas e pessoais, dedicação, atenção, amizade, confiança e por ter acreditado no meu potencial, dando-me a honra de poder fazer parte de sua equipe.

Ao Prof. Dr. WALTER ESFRAIN PEREIRA, pelas orientações, paciência, atenção e por ter acreditado no meu potencial. Obrigado pela imensa contribuição.

As minhas amigas Maria Aparecida e Meire pela amizade e carinho que temos uns pelos outros.

A todos os membros da minha família, pelo apoio e incentivo, e por estarem comigo nas horas mais difíceis de minha vida.

Ao Projeto Xiquexique, situado no Sítio das Pedras - Cajueiro, município de Catolé do Rocha - PB, que tem como principal objetivo desenvolver atividades socioeducativas e intercâmbio de informações, relacionadas com a cidadania, a cultura e o meio ambiente.

À Universidade Federal da Paraíba por toda infraestrutura e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade de poder aprender e pela realização da minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo durante o meu curso.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) pela concessão dos recursos financeiros para a execução do experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão dos recursos financeiros para a execução do experimento.

À Universidade Estadual da Paraíba, representada pelo professor Pedro Dantas Fernandes, pela disponibilidade de equipamentos utilizados no decorrer do experimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) por ter me recebido para fazer parte do seu corpo de discente.

A todo o corpo docente do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, em especial do PPGA, muito obrigado pela participação na minha formação acadêmica.

Ao prof. Francisco Domingos Cavalcante e sua esposa Aurizete Bezerra, por ter participado da base da minha educação, pelo respeito e por toda ajuda prestada em todos os momentos.

A vocês, minha eterna gratidão.

A toda equipe LOFECA e a todos os funcionários do sítio Macaquinhos.

Aos colegas de convivência diária, e a todos os funcionários que trabalham no Centro de Ciências Agrárias.

À banca examinadora, Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, Prof^a. Dr^a. Raunira da Costa Araújo, Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire e Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, pela participação e opinião para o aperfeiçoamento desse trabalho de pesquisa.

Às pessoas que não foram citadas, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para realização desse trabalho.

Muito obrigado!

NUNES, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante.** Areia, Paraíba, Brasil. 2016. 164f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

RESUMO GERAL

A cultura do maracujazeiro amarelo exerce elevada importância social e econômica para todas as regiões do Brasil. Nesse sentido, um experimento foi realizado no período de maio de 2013 a dezembro de 2014, no município de Remígio - PB, para avaliar os efeitos da irrigação com água salina, biofertilizante e potássio nos atributos químicos do solo, na composição mineral, trocas gasosas, produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial $2 \times 3 \times 5$, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m⁻¹), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e de liberação lenta) e cinco doses de biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m⁻²), com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliação do pH, da condutividade elétrica do extrato de saturação, da condutância estomática, da transpiração, da fotossíntese líquida, da concentração interna de carbono e dos componentes de produção, além do fatorial supramencionado, foi inserido duas épocas de avaliação (sub-subparcela). Para processamento dos dados foi utilizado o software estatístico SAS[®]. A interação água \times potássio \times biofertilizante exerceu efeitos significativos nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, sódio, acidez potencial, saturação por bases, condutividade elétrica do extrato de saturação e percentagem de sódio trocável na camada superficial do solo, e nos teores de matéria orgânica, sódio, acidez potencial, saturação por bases e condutividade elétrica do extrato de saturação na profundidade de 21-40 cm. A mesma interação interferiu significativamente nos teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, boro, cobre, manganês, zinco e sódio, e nos componentes de qualidade dos frutos referentes ao diâmetro longitudinal e transversal, firmeza, rendimento em polpa e acidez titulável. O biofertilizante elevou os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio na camada superficial e subsuperficial, independentemente da fonte de potássio utilizada e da condutividade elétrica da água de irrigação. O cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos elevou os valores de pH na camada de 0-20 cm e de fósforo e cálcio na profundidade de 21-40 cm nos tratamentos irrigados com água não salina. A irrigação na estação seca elevou o caráter do solo de não salino para salino. As águas do período chuvoso lixiviaram parte dos sais adicionados pelas águas de irrigação. No início da floração, as plantas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' estavam adequadamente supridas em N, P, K e deficientes em cálcio, magnésio, boro, ferro, cobre, manganês e zinco. A salinidade da água de irrigação reduziu à condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida, e nos tratamentos com cloreto de potássio revestido com polímeros elevou a concentração interna de carbono. O biofertilizante associado à adubação potássica elevou os componentes de produção do maracujazeiro amarelo. Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, rendimento em polpa e vitamina C dos frutos estavam adequados aos padrões de consumo exigidos pelo mercado.

Palavras chaves: *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, insumo orgânico líquido

NUNES, J. C. **Gas exchanges, mineral composition, production and quality of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer.** Areia, Paraíba, Brazil. 2016. 164f. Thesis (Thesis in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias of Universidade Federal da Paraíba, Brazil.

GENERAL ABSTRACT

The yellow passion fruit cultivation provides elevated social and economic importance to all regions of Brazil. In this sense, an experiment was conducted from May 2013 to December 2014, in the municipality of Remígio – PB, to evaluate the effects of irrigation with saline water, biofertilizer and potassium in the soil chemical attributes, mineral composition, gas exchanges, production and yellow passion fruits quality. The treatments were disposed on randomized blocks with subdivided plots, using factorial scheme $2 \times 3 \times 5$, related to two electrical conductivity levels of irrigation water in the major plot (0.35 and 4.00 dS m^{-1}), and the combination of three potassium sources (without fertilization, fertilized with slow liberation and conventional potassium chloride) in the sub-plot and five dosages of biofertilizer (0, 25, 50, 75 and 100% of the dosages 15 L m^{-2}), with three replicates and four plants per plot. To evaluation of the pH, electrical conductivity of the saturation extract, stomatal conductance, transpiration, liquid photosynthesis, carbon internal concentration and production compounds, as well as factorial cited above, we inserted two evaluation periods (sub-plot). To process data we used the statistical software SAS[®]. The interaction water \times potassium \times biofertilizer provided significant effects in the levels of organic matter, phosphorus, potassium, sodium, potential acidity, bases saturation, electrical conductivity of the saturation extract and percentage of exchangeable sodium in the superficial soil layer, and in the levels of organic matter, sodium, potential acidity, bases saturation, and electrical conductivity of the saturation extract in the depth 21-40 cm. The same interaction interfered significantly in the foliar levels of phosphorus, potassium, calcium, boron, copper, manganese, zinc and sodium, and in the fruit quality compounds referent to fruit longitudinal and transversal diameter, firmness, pulp yield and titratable acidity. Biofertilizer increased organic matter, phosphorus and potassium levels in the superficial and sub-superficial layers, regardless of the source of potassium used and the electric conductivity of irrigation water. Potassium chloride coated with organic polymers increased the pH values in layer 0-20 cm and phosphorus and calcium values in depth 21-40 cm in the treatments irrigated with non-saline water. The irrigation in the dry season increased the soil character from non-saline to saline. The waters from the rainy season leach part of the salt added by the irrigation water. At the beginning of flowering, passion fruit plants ‘BRS Gigante Amarelo’ were adequately supplied in N, P and K, and deficient in calcium, magnesium, boron, iron, copper, manganese and zinc. The salinity of irrigation water decreased the stomatal conductance, the transpiration and liquid photosynthesis, and in the treatments with potassium chloride coated with polymers increased internal concentration of carbon. The biofertilizer associated to potassium fertilization increased the yellow passion fruit production compounds. The levels of soluble solids, titratable acidity, pulp yield and fruit vitamin C were adequate to the consume patterns required by the market.

Key words: *Passiflora edulis* Sims, saline stresses, liquid organic input

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	21
Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014	26
Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas	27
Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições	27
Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade	31
Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (biofertilizante puro).....	31
Tabela 6. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (MOS) e fósforo (P) na camada de 0-20 e 21-40 cm do solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, adubado com potássio e biofertilizante.....	35
Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) na camada de 0-20 e 21-40 cm, em solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.....	41
Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes a acidez potencial do solo (APS), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) na camada de 0-20 e 21-40 cm no solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.....	47
Tabela 9. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.....	53
Tabela 10. Valores de F calculado referentes ao pH e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) na camada e 0-20 e 21-40 cm de profundidade	57
Tabela 11. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à temperatura e umidade volumétrica do solo, na superfície e nas profundidades 15 e 30 cm, 24 horas após a irrigação, cultivado com maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante	62

Tabela 12. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm e 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, adubado com potássio e biofertilizante bovino	66
CAPÍTULO II	78
Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014	83
Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas	84
Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições	84
Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade	88
Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (biofertilizante puro).....	88
Tabela 6. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.....	92
Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio em plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.	100
Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices de clorofila <i>a</i> (CLOR _A), clorofila <i>b</i> (CLOR _B), clorofila total (CLOR _T), fluorescência inicial (F ₀), fluorescência máxima (F _M), Fluorescência variável (F _V), rendimento quântico potencial (F _V /F _M) e relação F _V /F ₀ em folhas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.	105
Tabela 9. Valores de F calculado referentes a condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci), eficiência no uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) em plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo.....	108
Tabela 10. Autovetores em cinco componentes principais (CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5) referentes ao estado nutricional do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina adubado com potássio e biofertilizante bovino	113

CAPÍTULO III	124
Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014	129
Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas	129
Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições	130
Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade	133
Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (Biofertilizante puro)	134
Tabela 6. Valores de F calculado referentes ao número de frutos por planta (NFplanta), massa média de frutos (MMfruto), produção por planta (PPplanta) e produtividade (Product) de planta de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo.....	137
Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices ao diâmetro longitudinal dos frutos (DL), diâmetro transversal (DT), firmeza (FIRM) e rendimento em polpa (R_{POLPA}) de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante	141
Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices ao pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), e vitamina C (VIT_C) em frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante	145
Tabela 9. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) referentes às trocas gasosas e os componentes de produção de duas safras de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina adubado com potássio e biofertilizante bovino	152

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	21
Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	29
Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	30
Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	32
Figura 4. Estações de PVC utilizadas para as determinações de umidade e temperatura na profundidade de 15 cm e de 30 cm.....	34
Figura 5. Potencial hidrogeniônico do solo, na camada de 0-20 cm (A) e 21-40 cm (B), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante (A) e de fontes de potássio (B).....	36
Figura 6. Matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0-20 cm (A e B) e 21-40 cm (C e D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	37
Figura 7. Teores de fósforo no solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).	39
Figura 8. Teores de fósforo no solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$) e salina ($4,00 \text{ dS m}^{-1}$), no solo no solo sem e com cloreto de convencional e protegido [A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B] e em função dos tipos cloreto de potássio no solo [C].....	40
Figura 9. Teor de potássio no solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).	42
Figura 10. Teores de cálcio no solo, na camada de 0-20 cm (A) e 21-40 cm (B), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina e salina (B), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio.	43

Figura 11. Teores de magnésio no solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—)[B] e em função do tipo de cloreto de potássio [C].	45
Figura 12. Teores de sódio no solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	46
Figura 13. Acidez potencial do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	48
Figura 14. Soma de bases do solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹) [A] e em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—) [B].	49
Figura 15. Capacidade de troca catiônica do solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A], e em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—)[B].	50
Figura 16. Capacidade de troca catiônica do solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função dos tipos de cloreto de potássio. ...	50
Figura 17. Porcentagem de saturação por bases do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (B, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	52
Figura 18. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (B, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	54
Figura 19. Porcentagem de saturação do solo, na camada de 0 - 20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).	55

Figura 20. Percentagem de saturação do solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A] , em função de doses de biofertilizante sob adubação com diferentes tipos de cloreto de potássio no solo [B].	56
Figura 21. Valores do pH do extrato de saturação na camada de 0-20 cm de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante (A) no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido irrigado com água não salina e salina, no final do período seco e chuvoso (B).	58
Figura 22. pH do extrato de saturação do solo na camada de 21-40 cm, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função época de avaliação (A), com doses de biofertilizante no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido irrigado com água não salina (B) e salina (C).	59
Figura 23. Condutividade elétrica do extrato de saturação na camada de 0-20 cm (A, B, C, D) e 21-40 cm (E, F, G, H) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A , C, E, G) e salina (B, D, F, H) no final do período seco (A, B, E, F) e chuvoso (C, D, G, H).	61
Figura 24. Umidade volumétrica na camada superficial (A, B), aos 15 cm (C, D) e 30 cm (E, F) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).	64
Figura 25. Temperatura aos 15 cm (A) e 30 cm (B) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina e salina.	65
Figura 26. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3, na camada de 0-20 cm (A) e de 21-40 cm de profundidade (B).	68
CAPÍTULO II	78
Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	86
Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	87
Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	89

Figura 4. Teores foliares de nitrogênio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido [A], e em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B].	93
Figura 5. Teores foliares de fósforo (A, B), potássio (C, D) e cálcio (E, F) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).	95
Figura 6. Teores foliares de magnésio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado em função dos tipos de cloreto de potássio no solo (A) e em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B].	98
Figura 7. Teores foliares de enxofre em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido [A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B] e em função do tipo de cloreto de potássio aplicado ao solo [C].	99
Figura 8. Teores foliares de boro (A, B) e cobre (C, D) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).	101
Figura 9. Teores foliares de ferro em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (----) e salina (—) em função das doses de biofertilizante bovino.	102
Figura 10. Teores foliares de manganês (A, B), zinco (C, D) e sódio (E, F) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).	103
Figura 11. Fluorescência máxima (A), fluorescência variável (B) e relação fluorescência variável/fluorescência inicial (C) em folhas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—).	106
Figura 12. Condutância estomática de plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante irrigado com água não salina (----) e salina (—) [A] no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido avaliado na primeira e segunda safra [B].	109

Figura 13. Taxa transpiratória de plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo na primeira e segunda safra [A], com doses de biofertilizante irrigado com água não salina (----) e salina (—) [B].....	110
Figura 14. Taxa fotossintética em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).	111
Figura 15. Concentração interna de carbono (A) e eficiência no uso da água (B) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$) e salina ($4,00 \text{ dS m}^{-1}$) no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido (A), no início da primeira e segunda safra (B).....	112
Figura 16. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3.	114
CAPÍTULO III	124
Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo	131
Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	133
Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	134
Figura 4. Recepção dos frutos de maracujazeiro ‘BRS Gigante Amarelo’ para avaliação da qualidade físico-química.....	136
Figura 5. Número de frutos por planta de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função época de avaliação (A) e massa média de frutos das plantas irrigadas com água não salina e salina em função época de avaliação (B).	138
Figura 6. Produção por planta (A, B) e produtividade (C, D) de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função da época de avaliação (A, C) no solo com doses de biofertilizante sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—) [B, D].....	139
Figura 7. Diâmetro longitudinal (A, B) e transversal (C, D) dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).....	142
Figura 8. Firmeza da casca (A, B) e rendimento em polpa (C, D) de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com	

cloreto de potássio convencional (·····) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).....	143
Figura 9. pH do suco dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido.....	146
Figura 10. Sólidos solúveis em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (·····) e protegido (—).	147
Figura 11. Acidez titulável em suco de frutos de maracujazeiro, cultivar BRS Gigante Amarelo, em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (·····) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).	148
Figura 12. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (·····) e protegido (—).	149
Figura 13. Vitamina C em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m ⁻¹) e salina (4,00 dS m ⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido [A], e em função de doses de biofertilizante [B].....	150
Figura 14. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3, na primeira (A) e segunda safra (B).	154

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vii
GENERAL ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.1 Específicos.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Botânica e Importância do Maracujazeiro Amarelo.....	4
3.2 Origem dos Sais e Fatores de Salinização dos Solos	5
3.3 Efeitos dos Sais nas Plantas, em geral, e no Maracujazeiro Amarelo.....	6
3.4 Ação Atenuadora do Biofertilizante Quanto aos Efeitos da Salinidade às Plantas.....	7
3.5 Nutrição de Plantas em Condições de Salinidade e Adubação Potássica.....	9
3.6 Utilização de Fertilizantes Revestidos na Agricultura	10
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPÍTULO I	21
ATRIBUTOS DO SOLO CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, BIOFERTILIZANTE E ADUBAÇÃO POTÁSSICA	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1 INTRODUÇÃO	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental.....	26
2.2 Delineamento Experimental	27
2.3 Preparo das Mudanças para Plantio	28
2.4 Preparo e Enchimento das Covas	28
2.5 Transplântio das Mudanças e Condução do Experimento	29
2.6 Preparo e Aplicação das Águas Salinas e das Doses de Biofertilizante.....	29
2.7 Adubação e Irrigação das Plantas.....	31
2.8 Variáveis Analisadas	32
2.8.1 Fertilidade e salinidade do solo	32
2.8.2 Umidade e temperatura do solo.....	33

2.9 Avaliação Estatística.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1 Fertilidade do Solo	35
3.2 Salinidade no Final do Período Seco e do Período Chuvoso	56
3.3 Umidade e Temperatura do Solo	62
3.4 Análises de Componentes Principais (CP)	65
4 CONCLUSÕES.....	69
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
CAPÍTULO II.....	78
COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR E TROCAS GASOSAS EM MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO.....	78
RESUMO.....	79
ABSTRACT	80
1 INTRODUÇÃO	81
2 MATERIAL E MÉTODOS	83
2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental	83
2.2 Delineamento Experimental	84
2.3 Preparo das Mudas para Plantio	85
2.4 Preparo e Enchimento das Covas	85
2.5 Transplântio das Mudas e Condução do Experimento	86
2.6 Preparo e Aplicação da Água Salina e das Doses de Biofertilizante.....	86
2.7 Adubação e Irrigação das Plantas	89
2.8 Variáveis Analisadas	90
2.8.1 Teores foliares de nutrientes.....	90
2.8.2 Determinação não destrutiva da clorofila ‘a’, ‘b’ e total nas plantas	90
2.8.3 Fluorescência da clorofila ‘a’	90
2.8.4 Condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A) e concentração interna de carbono (Ci)	90
2.9 Avaliação Estatística.....	91
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
3.1 Teores Foliares de Nutrientes	92
3.1.1 Macronutrientes	92

3.1.2 Micronutrientes e sódio	100
3.2 Clorofila ‘a’, ‘b’ e total e Fluorescência da Clorofila ‘a’	105
3.3 Condutância Estomática, Transpiração, Fotossíntese Líquida e Concentração Interna de Carbono	107
3.4 Análises de Componentes Principais (CP)	112
4 CONCLUSÕES	115
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
CAPÍTULO III	124
COMPONENTES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO	124
RESUMO	125
ABSTRACT	126
1 INTRODUÇÃO	127
2 MATERIAL E MÉTODOS	128
2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental	128
2.2 Delineamento Experimental	130
2.3 Preparo das Mudas para Plantio	130
2.4 Preparo e Enchimento das Covas	131
2.5 Transplântio das Mudas e Condução do Experimento	131
2.6 Preparo e Aplicação da Água Salina e das Doses de Biofertilizante.....	132
2.7 Adubação e Irrigação das Plantas	134
2.8 Variáveis Analisadas	135
2.8.1 Componentes de produção	135
2.8.2 Qualidade dos frutos	135
2.9 Avaliação Estatística.....	136
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	137
3.1 Componentes da Produção	137
3.2 Qualidade Físico-Química de Frutos	141
3.3 Análises de Componentes Principais (CP)	151
4 CONCLUSÕES	155
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
CONCLUSÕES GERAIS	163

1 INTRODUÇÃO GERAL

A atividade frutícola no Brasil exerce elevada importância econômica e social para todas as regiões do país, principalmente pela elevação do nível de emprego, pela fixação do homem no campo, pela distribuição mais homogênea da renda regional, pela geração de produtos de maior valor comercial e pelas promissoras expectativas de mercado interno e externo (Agrianual, 2015). Dentre as frutíferas de expressividade cultivadas no Brasil, se insere o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), com produção total de 838.284 toneladas no ano de 2014 e rendimento médio de 14,5 t ha⁻¹, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores produtoras, com destaque na produção os estados da Bahia e Espírito Santo, respectivamente (IBGE, 2015).

Na Paraíba, a produção no ano de 2014 foi de 7.248 toneladas, e os principais municípios produtores foram Araruna, Nova Floresta, Pocinhos, Algodão de Jandaíra, Picuí, Lagoa Seca e Cuité (IBGE, 2015). Apesar da expansão da área cultivada com maracujazeiro amarelo nos últimos anos, observa-se uma baixa produtividade nacional (Ruggiero, 2000), em comparação com materiais biológicos disponíveis que podem produzir entre 40 a 45 t ha⁻¹. Essa baixa produtividade é devido ao baixo investimento, à falta de novas tecnologias de produção, e principalmente devido ao cultivo com restrições climáticas e hídricas no Nordeste brasileiro (Cavalcante & Cavalcante, 2006).

As regiões produtoras de maracujá no Nordeste do Brasil, inclusive no estado da Paraíba, são caracterizadas pela alta evaporação, utilização de água proveniente de mananciais que apresentam condutividade elétrica superior a 1,5 dS m⁻¹ e pelo uso inadequado da drenagem, situações que podem provocar modificações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas, comprometendo o desenvolvimento da cultura, qualidade dos frutos e redução da produtividade (Neves et al., 2009; Gurgel et al., 2010; Holanda et al., 2010; Taiz & Zeiger, 2013).

O teor salino dos solos é um dos principais obstáculos ao sistema de produção das culturas em geral, nas regiões sujeitas à deficiência hídrica. Seus efeitos manifestam-se através de alterações nos atributos físicos e químicos, que reduzem o potencial osmótico da solução do solo e pela ação direta de íons específicos na nutrição mineral das plantas (Soares et al., 2008; Dias et al., 2011). Isso significa que a germinação e o crescimento das plântulas, inclusive do maracujazeiro amarelo durante a formação das mudas ou após o transplante, podem ser inibidos pelos efeitos nocivos da salinidade dos solos (Cavalcante et al., 2006).

Atualmente, é grande a procura por tecnologias que atenuem os efeitos da salinidade, como meta para explorar áreas irrigadas com restrições à salinidade e/ou o uso de água salina na agricultura, objetivando produzir economicamente viável, mesmo em locais com elevado conteúdo iônico (Dias et al., 2011; Sá et al., 2015). Dentre as alternativas para mitigar os efeitos deletérios da salinidade às plantas, se insere o uso de insumos orgânicos, a exemplo do biofertilizante bovino, que estimulam a redução do potencial osmótico no interior do sistema radicial, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (Baalousha et al., 2006; Lacerda et al., 2010; Freire et al., 2015; Nunes et al., 2016). De acordo com Marrocos et al. (2012) o biofertilizante é uma fonte de compostos bioativos formados por bactérias, leveduras, algas e fungos, que quando aplicado ao solo, exerce melhoria nas propriedades físicas (Benbouali et al., 2013), químicas e biológicas do solo, estimulando o crescimento e a produção das plantas (Boraste et al., 2009; Patil, 2010).

O suprimento adequado de nutrientes em dosagens suficientes também é uma alternativa de reduzir a ação degenerativa dos sais às plantas, favorecendo o crescimento e a produção das culturas. Ao considerar as inúmeras funções do potássio na planta, entre elas a ativação de vários sistemas enzimáticos, que participam no processo de respiração e fotossíntese; a participação do potássio na regulação osmótica, na manutenção de água na planta por meio do controle de fechamento e abertura dos estômatos; a participação do K no controle de pragas e doenças por efeito da resistência e da permeabilidade da membrana plasmática (Marschner, 2012; Taiz & Zeiger, 2013), em condições de salinidade, níveis adequados desse elemento essencial promovem melhores condições no ambiente radicular das plantas, resultando em maior crescimento e desenvolvimento vegetal (Holthusen et al., 2010; Gonçalves et al., 2012; Holthusen et al., 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos da irrigação com água salina, biofertilizante e potássio nos atributos químicos do solo, na composição mineral, nas trocas gasosas, na produção e na qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo.

2.1 Específicos

Monitorar a umidade e a temperatura do solo durante o período de aridez;

Avaliar o estado nutricional do maracujazeiro amarelo no início da floração das plantas;

Diagnosticar a fertilidade do solo no início do primeiro ciclo de produção;

Analisar a eficiência fotossintética das plantas no início de cada ciclo de produção;

Analisar o comportamento produtivo do maracujazeiro amarelo em dois ciclos de produção;

Avaliar o aumento da salinidade do solo provocado pela irrigação durante a estiagem e a redução do teor salino do ambiente radicular das plantas com a lixiviação dos sais provocada pelas águas do período chuvoso.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Botânica e Importância do Maracujazeiro Amarelo

O maracujazeiro amarelo pertence à família Passifloraceae, da ordem Passiflorales, pertencente ao gênero *Passiflora*. Este gênero é originário da América do Sul e tem no centro-norte do Brasil seu maior centro de distribuição geográfica, estimando-se que seja composto por 465 espécies, onde mais de 150 espécies são nativas (Cervi, 2005; Bernacci et al., 2008). As espécies mais cultivadas são o de casca amarela (maracujá amarelo) e o de casca roxa (maracujá roxo) sendo a primeira espécie a de maior importância econômica em todo país (Agrianual, 2015).

O sistema radicular das plantas é axial ou pivotante, com 70 a 85% das raízes secundárias distribuída até os primeiros 40 cm de profundidade do solo (Sousa et al., 2002). A planta é trepadeira, possui caule lenhoso e lignificado na base, enquanto no ápice é herbáceo e pouco lignificado. No caule surgem as gemas vegetais, cada uma originando uma folha, uma gavinha de sustentação e uma flor (Cunha et al., 2004).

As folhas são simples, lobadas ou digitadas, com bordos lisos ou cerrados e disposição alternada. As flores são completas, solitárias, autoincompatíveis, axilares, protegidas por brácteas foliares, pedunculadas e diclamídeas, com cálice e corola pentâmeros, possuindo cinco estames. As anteras são grandes e o pólen é amarelo e pesado. O fruto tem formato variado, podendo ser globoso, ovóide e piriforme, com massa variando de 30 a 300 gramas, diâmetro que pode atingir até 9 cm, cor variando entre amarela, roxa, esverdeada e avermelhada, e apresenta cerca de 200 sementes (Bruckner & Picanço, 2001; Cunha et al., 2004; Medeiros, 2013).

Nos últimos anos, a cultura do maracujazeiro amarelo vem apresentando nível considerável de evolução, constituindo como uma das frutíferas de expressiva importância socioeconômica no setor agrícola brasileiro, devido às características físico-químicas dos frutos e a grande aceitação do suco e da fruta “in natura” no mercado nacional (Agrianual, 2015). De acordo com Ramalho et al. (2011) cada brasileiro consome em média 0,96 kg de maracujá por ano. A cultura é exigente em manejo, e gera cerca de seis empregos por hectare, sendo dois diretos e quatro indiretos (Hafle et al., 2010).

No ano de 2014, o Brasil apresentou uma produtividade desta passiflorácea de 14,5 t ha⁻¹. A região Nordeste é responsável por mais de 70% da produção nacional (823.284 t), com 583.636 toneladas e tem apresentado crescimento nas exportações, sendo a região com maior

área plantada de maracujazeiro amarelo, com 43.233 hectares, no entanto, quando se refere à produtividade fica à frente apenas da região Norte, com média de 13,56 t ha⁻¹, distante das 21,06 t ha⁻¹ de média produzida na região Sudeste (IBGE, 2015). No Nordeste, a Bahia é o maior produtor e as maiores produtividades são obtidas no Distrito Federal (30,12 t ha⁻¹), no Espírito Santo (28,56 t ha⁻¹) e Ceará (22,16 t ha⁻¹). Na Paraíba e no Rio Grande do Norte a produtividade é de apenas 8,88 t ha⁻¹ e 8,53 t ha⁻¹, respectivamente, baixa em relação à produtividade nacional (IBGE, 2015).

3.2 Origem dos Sais e Fatores de Salinização dos Solos

De acordo com Paz et al. (2000), a salinidade se refere à presença de sais solúveis presentes no solo ou na água de irrigação ao ponto de prejudicar o crescimento e rendimento das culturas. Esses sais solúveis têm origem na própria rocha matriz e nos minerais primários que se encontram na crosta terrestre durante o processo de intemperização, que envolve processos físicos, químicos e biológicos, sendo influenciado pelo clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Segundo Foth & Turk (1972) durante o processo de intemperização química, os constituintes solúveis são gradualmente liberados. Bissani et al. (2006) relatam que a geomorfologia também exerce grande influência no processo de salinização dos solos, uma vez que a baixa declividade ou a existência de depressões pode promover a acumulação dos sais.

Nas regiões tropicais, em que predomina o clima quente e seco, como o semiárido do Nordeste brasileiro, a prática de irrigação é bastante utilizada, pois existem dois períodos bem definidos, um período chuvoso e um período seco, demandando em boa parte do ano, a prática de irrigação. Além do mais, essa região possui taxa de evapotranspiração que excede a precipitação pluvial durante a maior parte do ano. Desse modo, é necessário um manejo adequado da água de irrigação e do solo, pois a baixa umidade atmosférica, associada a uma elevada demanda evaporativa pode provocar a salinização dos solos (Amorim, 2010; Ribeiro, 2010).

Independentemente de sua origem, a principal fonte de sais ao solo é a água de irrigação (salinização secundária ou antrópica), pois todas as águas naturais, sejam elas de origem meteórica, superficial ou subterrânea, contêm quantidades variáveis de sais solúveis, e sua aplicação ao solo pela irrigação implica na adição de sais ao seu perfil. Os sais, que são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, acumulam-se neste após se

concentrarem, à medida que a água se evapora ou é consumida pelas plantas (Amorim, 2010; Ribeiro, 2010).

O sulfato de magnésio, sulfato de sódio e o cloreto de sódio são os sais que mais contribuem para elevar a salinidade dos solos (Pizarro, 1985). O sulfato de magnésio possui solubilidade de 262 g L^{-1} , e é considerado um dos mais prejudiciais, pois ele não se acumula nos solos na forma pura, sendo encontrado sempre combinado com outros sais nocivos. Este sal é típico dos solos salinos, existindo também em águas subterrâneas e lagos salinizados. A toxicidade do sulfato de sódio é duas ou três vezes menor que a do sulfato de magnésio, sendo também um dos componentes típicos dos solos salinos, águas freáticas e lagos salinizados.

A solubilidade do cloreto de sódio é de 313 g L^{-1} e não varia com a temperatura. Essa alta solubilidade faz com que a toxicidade seja excepcionalmente alta para as plantas. Juntamente com os sulfatos de sódio e de magnésio, são os sais mais frequentes nos solos salinos. De acordo com Rhoades & Loveday (1990) a toxicidade do cloreto de sódio é tão elevada que a concentração de 0,1% é prejudicial às plantas, e em níveis de 2 a 5% os solos se tornam improdutivos. Outros sais como o carbonato e o bicarbonato de sódio, cloreto de magnésio, carbonato de cálcio e de magnésio, gesso e nitrato, são menos prejudiciais que os citados anteriormente (Richards, 1954; Pizarro, 1985; Holanda, 2000).

3.3 Efeitos dos Sais nas Plantas, em geral, e no Maracujazeiro Amarelo

As plantas, quando submetidas às condições de tolerância à salinidade são classificadas em duas categorias: as halófitas e glicófitas. As halófitas se desenvolvem em ambientes salinos, pois possuem mecanismos específicos de adsorção e acúmulo de sais no vacúolo celular com a finalidade de reduzir o potencial osmótico interno, proporcionando condições de sobrevivência em meio adversamente salino. Essa condição possibilita que os sais não se misturem com a solução citoplasmática, permanecendo no interior do vacúolo, uma vez que a membrana que separa o citoplasma do vacúolo não permite o fluxo de um compartimento para outro, mesmo que haja elevado gradiente de concentração (Lauchi & Epstein, 1990; Munns & Tester, 2008; Taiz & Zeiger, 2013).

A maioria das plantas cultivadas comercialmente são classificadas como glicófitas. Essas plantas não possuem a capacidade de realizar o ajuste osmótico de forma eficiente quando submetidas ao estresse salino. A concentração de sais no solo resulta em menor disponibilidade hídrica às plantas, pois reduz o potencial osmótico do solo, dificultando a

absorção de água pelas raízes (Lauchi & Epstein, 1990; Amorim et al., 2002; Prisco & Gomes Filho, 2010). Os altos níveis de cloreto de sódio na solução do solo provocam o aumento da permeabilidade das raízes, resultando na absorção de grandes quantidades de sais e, conseqüentemente, ocorre a deterioração de cloroplastos e clorose foliar, seguida de necrose e morte das plantas, por causa da toxicidade dos íons que em altas concentrações no citoplasma, danificam enzimas e organelas celulares (Lauchi & Epstein, 1990; Taiz & Zeiger, 2013). As espécies de plantas classificadas como glicófitas, possuem certa tolerância à concentração de sais, sem que comprometa o crescimento e produção da cultura, denominada de salinidade limiar; a partir desse limite os sais inibem o crescimento e produção das culturas (Munns & Tester, 2008; Dias et al., 2011).

O excesso de sais na zona radicular exerce, em geral, efeitos depressivos às plantas, manifestando-se na porcentagem de emergência, no crescimento e na produção das culturas. Nunes et al. (2016) avaliando a produção de mudas de maracujazeiro amarelo em solos comprometidos por sais, verificaram que alta concentração de íons na solução do solo prejudica a emergência e o crescimento de mudas. Freire et al. (2014) estudando as trocas gasosas do maracujazeiro irrigado com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) constataram que o estresse salino inibe a atividade fotoquímica do fotossistema II e fotossíntese líquida das plantas. Dias et al. (2011) avaliando a produção do maracujazeiro amarelo, no solo com biofertilizante irrigado com água de condutividade elétrica crescente, observaram que o aumento da concentração de sais na água de irrigação reduz drasticamente a produção e o número de frutos por planta de maracujazeiro amarelo.

3.4 Ação Atenuadora do Biofertilizante Quanto aos Efeitos da Salinidade às Plantas

A inibição do crescimento de plantas em ambientes salinos ocorre tanto pelo efeito osmótico, com redução do potencial osmótico da solução do solo que diminui a absorção de água e nutrientes pelas plantas, como pela toxicidade devido ao excesso de íons, principalmente o sódio e cloro, que entram no fluxo de transpiração e, eventualmente, causam injúrias nas folhas, reduzindo o crescimento ou influenciando negativamente a absorção de elementos essenciais (Munns & Tester, 2008; Sing & Gupta, 2009; Taiz & Zeiger, 2013).

Devido às alterações morfológicas e fisiológicas geradas pela salinidade no crescimento, nutrição e produção das plantas, várias alternativas vem sendo pesquisadas para atenuar os efeitos deletérios dos sais às plantas. Entre as alternativas viáveis para mitigar os

efeitos dos sais, é a utilização de biofertilizantes (Cavalcante et al., 2010; Sousa et al., 2014; Freire et al., 2014; Souto et al., 2015; Nunes et al., 2016).

Os mecanismos pelos quais o biofertilizante atenua os efeitos da salinidade sobre o crescimento das plantas estão relacionados à sua composição microbiológica, por ser fonte de compostos bioativos formado por bactérias, fungos, actinomicetos e outros microorganismos, como leveduras e algas (Medeiros & Lopes, 2006; Marrocos et al., 2012).

A aplicação desse composto bioativo fornece substâncias húmicas ao solo, que contém ácidos húmicos, fúlvicos e humina (Medeiros, 2013), que estimulam a produção de solutos orgânicos como carboidratos solúveis totais, açúcares, como sacarose, aminoácidos livres, proteínas solúveis, além de outras substâncias desejáveis como a prolina e a glicina betaína, induzindo o aumento da capacidade de ajustamento osmótico das plantas (Baalousha et al., 2006; Tawfik et al., 2011).

A prolina é um aminoácido sintetizado a partir do glutamato e da arginina sob condições fisiológicas normais, sendo a produção do glutamato a via preferencial sob condições de estresse, que se acumula no citoplasma. Esse aminoácido tem a função de proteger as células dos processos de desnaturação sob condições de estresse salino, devido à alta solubilidade em água. A glicina betaína é um composto quaternário de amônio, cujo papel fisiológico está relacionado à osmorregulação do citosol e compartimentos celulares, na proteção de proteínas e na estabilização de membranas (Silveira et al., 2010; Taiz & Zeiger, 2013).

Dessa maneira, o acúmulo dos solutos orgânicos devido à elevação das substâncias húmicas promovidas pelo biofertilizante (Asik et al., 2009), mantém o potencial osmótico no tecido celular menor que o da solução externa, situação em que as plantas conseguem absorver água e nutrientes em meios salinos (Ghoulam et al., 2002; Lacerda et al., 2003; Baalousha et al., 2006; Sanchez et al., 2008).

Além de promover a melhoria no acúmulo de solutos orgânicos nas células vegetais, o biofertilizante bovino melhora os atributos físicos (Mellek et al., 2010), químicos (Freire, 2011) e biológicos do solo (Marrocos et al., 2012), possibilitando melhores condições para plantas em ambientes salinos.

3.5 Nutrição de Plantas em Condições de Salinidade e Adubação Potássica

A salinidade do solo ou da água prejudica o desenvolvimento e a produção das plantas, limitando o crescimento e a produtividade das culturas (Qin et al., 2010; Dias & Blanco, 2010; Sousa et al., 2014). A redução do potencial osmótico e as altas concentrações de cátions (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) e ânions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} e NO_3^-) provocam desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto, que se reflete em redução no desenvolvimento vegetal e desequilíbrios nas funções fisiológicas das plantas (Dias & Blanco, 2010; Freire et al., 2014).

De acordo com Zhu (2001), Dias e Blanco (2010) e Tavakkoli et al. (2012) os principais nutrientes que têm a absorção reduzida pelo aumento da salinidade são o K^+ , Ca^{+2} , Mg^{2+} e NO_3^- , pois competem com os íons que se encontram em excesso no solo, sobretudo o Na^+ e Cl^- . Com o aumento da disponibilidade desses íons, ocorre excesso de sódio e cloro no protoplasma que ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico, comprometendo o funcionamento de enzimas e membranas (Wu et al., 2005).

A menor absorção de K^+ em ambiente salino é atribuída à maior competição entre o Na^+ e o K^+ pelos sítios de adsorção ou a um maior efluxo de K^+ das raízes. As altas concentrações de sódio em ambiente salino inibem a absorção de potássio, cálcio e magnésio, enquanto que as altas concentrações de cloreto podem diminuir a absorção dos ânions nitrogênio, enxofre e fósforo devido ao antagonismo que existe entre o cloreto e estes ânions (Marschner, 2012).

Dessa maneira, para que as plantas se desenvolvam sob estresse salino, é importante manter o balanço nutricional pelas relações $\text{K}^+/\text{Na}^{2+}$, $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{2+}$, $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^{2+}$ e $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ (Azevedo Neto et al., 2000; Dias & Blanco, 2010). Pela importância do potássio na fisiologia das plantas, e como a maioria dos solos brasileiros apresentam baixos níveis desse elemento essencial (Ernani et al., 2007), é necessário, em condições de estresse salino, manter os teores de potássio do solo em níveis adequados. De acordo com Cavalcanti (2008), para o estado de Pernambuco, é recomendado aplicar durante o crescimento do maracujazeiro amarelo 100, 80 e 50 kg ha^{-1} , no segundo ano 120, 100 e 80 kg ha^{-1} e terceiro ano 100, 80 e 60 kg ha^{-1} , quando o teor de K trocável no solo menor que 0,08, de 0,08 a 0,15 e maior que 0,15 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente.

Benlloch-Gonzalez et al. (2008) estudando a aplicação de potássio em oliveiras e girassol, em experimento realizado na Espanha, concluíram que o potássio contribui para o ajustamento osmótico das plantas em condições de estresse salino. Na Malásia, Zain et al. (2016) verificaram que a adubação potássica eleva os teores de prolina da cultura do arroz, induzindo o aumento da capacidade de ajustamento osmótico das plantas sob estresse.

3.6 Utilização de Fertilizantes Revestidos na Agricultura

O desbalanço na disponibilidade de nutrientes essenciais disponíveis no solo às plantas é um dos principais fatores que limitam a produtividade das culturas. Nesse sentido, a suplementação com fertilizantes é uma prática de manejo essencial para o sucesso de qualquer cultura (Novais et al., 2007). Estima-se que cerca de 40-70% de fertilizantes de nitrogênio, 80-90 % de fósforo, e 50-70 % de potássio aplicado são perdidos para o ambiente sem serem absorvidos pelas plantas, causando prejuízos econômicos e ambientais devido à poluição dos solos e mananciais (Wu et al., 2008).

Para reduzir as perdas e melhorar a eficiência da prática de adubação, uma das alternativas que vem sendo empregada é a utilização de fertilizantes de liberação lenta (FLL), revestidos com polímeros orgânicos (Mendonça et al., 2007; Chilundo et al., 2016). Entre as vantagens de utilizar os fertilizantes revestidos, Shaviv (2001) e Mariano et al. (2011) mencionam a liberação regular e contínua de nutrientes às plantas, menor frequência de aplicações em solos, redução de perdas de nutriente devida à lixiviação (Barbizan et al., 2002), redução dos danos causados às raízes pela alta concentração de sais e redução dos custos de produção. Para Scivittaro et al. (2004), a principal desvantagem dos fertilizantes de liberação lenta é o custo superior aos das fontes convencionais.

De acordo com Mariano et al. (2011) e Viapiana (2014) a liberação lenta do elemento, do fertilizante revestido com polímeros orgânicos, no solo, ocorre em três etapas. A primeira refere-se a um retardo na liberação do nutriente, a segunda à liberação gradual do elemento pelo fertilizante e a terceira uma queda no fornecimento do nutriente por parte do grânulo do fertilizante. Segundo Du et al. (2006) o atraso na liberação inicial do nutriente possivelmente seja devido à necessidade do preenchimento de água nos espaços porosos internos do grânulo.

A adubação potássica geralmente é realizada com cloreto de potássio convencional. Contudo, está disponível no mercado a linha Kimcoat K, tecnologia desenvolvida pela Kimberlit Agrociências, utilizada para cobrir os grânulos dos fertilizantes com camadas que

combinam minerais e polímeros especiais que potencializam os fertilizantes, proporcionando um melhor aproveitamento pelas plantas e redução nas perdas por lixiviação, no caso do potássio ou por volatilização do nitrogênio. Ao considerar as funções do potássio na planta, entre elas a ativação de vários sistemas enzimáticos, que participam no processo de respiração e fotossíntese, a participação do potássio na regulação osmótica, na manutenção de água na planta por meio do controle de fechamento e abertura dos estômatos (Marschner, 2012; Taiz & Zeiger, 2013), a adubação com cloreto de potássio, por liberar o nutriente gradativamente, possivelmente elava a produção das culturas e reduza os efeitos deléteiros da salinidade.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2015: **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 104 p.
- AMORIM, J. R. A. **Salinidade em áreas irrigadas: origem do problema, consequências e possíveis soluções**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 2010. 2p. (Embrapa-CPATC. Boletim Técnico).
- AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 167-176, 2002.
- 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 Crop Science**, v. 1, p. 87-95, 2009.
- AZEVEDO NETO, A. D.; BARBOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p.165-171, 2000.
- BAALOUSHA, M.; MOTENICA-HEINO, M.; COUSTOMER, P.L. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. **Colloids and surfaces A: physicochemical and engineering aspects**, v. 272, n. 1-2, p.48-55, 2006.
- BARBIZAN, E. L.; LANA, R. M. Q.; MENDONÇA, F. C.; MELO, B.; SANTOS, C. M.; MENDES, A. F. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. **Ciência Agrotécnica**, Edição Especial, p. 1471 - 1480, 2002.
- BENBOUALLI, E. H.; HAMOUDI, S. A. A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower cheliff plain (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2141-2152, 2013.
- BENLLOCH-GONZALEZ, M.; ARQUERO, O.; FOURNIER, J. M.; BARRANCO, D.; BENLLOCH, M. K⁺ starvation inhibits water-stress-induced stomatal closure. **Plant Physiology**, v. 165, n. 6, p. 623-630, 2008.

- BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008.
- BISSANI, C.A.; MEURER, E.J.; BOHNEN, H. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. (Ed). **Fundamentos da química do solo**. 3a ed. Porto Alegre: Genesis, 2006. Cap. 6, p.198-202.
- BORASTE, A.; VAMSI, K. .K; JHADAV, A.; KHAIRNAR, Y.; GUPTA, N.; TRIVEDI, S.; PATIL, P.; GUPTA, G.; GUPTA, M.; MUJAPARA, A. K.; JOSHI, B. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. **International Journal of Microbiology**, v. 1, n. 2, p. 23-31, 2009.
- BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 286p.
- CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; COSTA, J. R. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; LIMA, E. M.; MACEDO, J. P. S.; SANTOS, J. B. S.; SANTOS, C. J. O. Maracujá-amarelo e a salinidade. In: **Algumas frutíferas e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. 148 p.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso da água salina na agricultura. In: **Algumas frutíferas e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. 148 p.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.
- CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agrônomo do Pernambuco-IPA, 2008. 212 p.
- CERVI, A. C. Espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. **Estudos de Biologia**, v.27, p.19-24, 2005.

CHILUNDO, M.; JOEL, A.; WESSTRÖM, I.; BRITO, R.; MESSING, I. Effects of reduced irrigation dose and slow release fertilizer on nitrogen use efficiency and crop yield in a semi-arid loamy sand. **Agricultural Water Management**, v. 168, p. 68-77, 2016.

CUNHA, M. P. A.; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. **Botânica**. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. P. A. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura, 2004. p. 15-35.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 129-142.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

DU, C.; ZHOU, J.; SHAVIV, A. Release characteristics of nutrients from polymer-coated compound controlled release fertilizers. **Journal of Polymers and the Environment**. v. 14, n. 2, p. 223-230, 2006.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. 2007. p. 551-594

FOTH, H. D. & TURK, L. M. Soil and agriculture of arid regions. In: FOTH & TURK, **Fundamentals of soil science**. 5a, ed., New York, John Wiley e Sons, cap. 15, 1972, p. 375-393.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia, 2011. 185 f. Trabalho de Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2011.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DANTAS, M. M. M.; MACEDO, L. P. M.; AZEVEDO, T. A. O. Teores de micronutrientes no solo e tecido foliar do

maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GHOULAM, C.; FOURSY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 39-50, 2002.

GONÇALVES, I. Z.; GARCIA, G.O.; RIGO, M. M.; REIS, E. F.; TOMAZ, M. A. Relação entre potássio e sódio no solo após aplicação de esgoto doméstico tratado. **INOVAGRI, Internacional Meeting & IV WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação**, 2012, p. 1-5.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.18-28, 2010.

HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V. Rentabilidade econômica do cultivo do maracujazeiro-amarelo sob diferentes podas de formação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 32, v. 4, p.1082-1088, 2010.

HOLANDA, J. S. **Manejo e utilização de áreas salinizadas do Vale do Açu**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2000. 95p.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da Água para Irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Parte I. Cap. 1, p. 43-61, 2010.

HOLTHUSEN, D.; PETH, S.; HORN, R.; Impact of potassium concentration and matric potential on soil stability derived from rheological parameters. **Soil & Tillage Research**, v. 111, n. 2, p. 75-85, 2010.

HOLTHUSEN, D.; REEB, D; HORN, R. Influence of potassium fertilization, water and salt stress, and their interference on rheological soil parameters in planted containers. **Soil & Tillage Research**, v. 125, n. 1, p. 72-79, 2012.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 107-120, 2003.

LACERDA, C.F.; COSTA, R.N.T.; BEZERRA, M.A.; GHEYI, H.R. Estratégia de manejo para o uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 303-318.

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Plant response to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. Cap. 6, p. 113-137.

MARIANO, E.; COSTA, H. T.; CORRALES, R. A. F.; VITTI, G. C. **Adubos e Adubação**. Revisão de literatura. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011, 36 p.

MARROCOS, S. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANJEIRO, L. C.; ANBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34 - 43 2012.

MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651p.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.

MEDEIROS, W. J. F. **Biofertilizante bovino via água de irrigação: ação no crescimento, produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo**. Areia, 2013. 60 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2013.

- MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZNI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a cambisol of southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 69-76, 2010.
- MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; MACHADO, J. R.; GOULART JÚNIOR, S. A. R.; TOSTA, J. S.; BISCARO, G. A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 631-681, 2008.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. DE.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 873-881, 2009.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, F. F. Seedlings of yellow passion fruit in soils degraded by salts treated with bovine biofertilizer. **Científica**, v. 44, n. 1, p. 91-101, 2016.
- PATIL, N. M. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in stevia rebaudiana var bertonii. **Recent Research in Science and Technology**, v. 2, n. 10, p. 42-44, 2010.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p. 465-473, 2000.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1985. 521p.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.143-160.

QIN, J.; DONG, W. Y.; HE, K. N.; YU, Y.; TAN, G. D.; HAN, L.; DONG, M.; ZHANG Y. Y.; ZHANG, D.; LI, Z. A.; WANG, Z. L. NaCl salinity-induced changes in water status, ion contents and photosynthetic properties of *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt. seedlings. **Plant, Soil and Environment**, v. 56, p. 325-332, 2010.

RAMALHO, A. R.; SOUZA, V. F.; SILVA, M. J. G.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; CASSARO, J. D. **Condicionantes agroclimáticas e riscos tecnológicos para a cultura do maracujazeiro em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa 2011. 10p (Comunicado Técnico, 372).

RHOADES, J.D. & LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Stewart, B.A.; Nielsen, D.R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1990. cap. 36, p. 1089-1142. (Agronomy, 30).

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.11-19.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).

RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro amarelo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 5-9, 2000.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. C. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.

SANCHEZ, D. H.; SIAHPOOSH, M. R.; ROESSNER, U.; UDVARDI, M.; KOPKA, J. Plant metabolomics reveals conserved and divergent metabolic responses to salinity. **Physiologia Plantarum**, v. 132, n. 2, p. 209-219, 2008.

- SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520 - 523, 2004.
- SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, v. 71, p.1-49, 2001.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 162-180.
- SINGH, A. K.; GUPTA, S. K. Water management in salt affected soils: issues and strategies. **Journal Soil Salinity & Water Quality**, v. 1, n. 1-2, p. 14-24, 2009
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 151-156, 2008.
- SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@mbiente**, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014.
- SOUSA, V. F. de; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.
- SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; MESQUITA, F. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA NETO, A. J. Água salina e biofertilizante bovino na produção de frutos e alocação de biomassa em noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 340-349, 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 820 p.
- TAVAKKOLI, E.; PAULL, J.; RENGASAMU, P.; MCDONALD, G. K. Comparing genotypic variation in faba bean (*Vicia faba* L.) in response to salinity in hydroponic and field experiments. **Field Crops Research**, v. 127, n. 1, p. 99-108, 2012.

TAWFIK, M. M.; LATEEF, E. M. A. E. A.; BAHR, A.; HOZAYEN, M. Prospect of biofertilizer inoculation for increasing saline irrigation efficiency. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, n. 7, v.2, p. 182-189, 2011.

VIAPIANA, A. M. **Fertilizantes de liberação lenta e controlada de n como estratégia para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada no híbrido de milho AS 1565**. Lages. 2014. 86 f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina.

WU, L.; LIU, M.; LIANG, R. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention. **Bioresource Technol**, v. 99, p. 547-554, 2008.

WU, J.; SELISKAR, D. M.; GALLAGHER, J. L. The response of plasma membrane lipid composition in callus of the halophyte *Spartina patens* (Poaceae) to salinity stress. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 5, p. 852-858, 2005.

ZAIN, N. A. M., ISMAIL, M. R. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange and biochemical changes in rice (*Oryza sativa*) planted under cyclic water stress. **Agricultural Water Management**, v. 164, n. 1, p. 83-90, 2016.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 6, p. 66-71, 2001.

CAPÍTULO I

ATRIBUTOS DO SOLO CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, BIOFERTILIZANTE E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

**ATRIBUTOS DO SOLO CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO AMARELO
IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, BIOFERTILIZANTE E ADUBAÇÃO
POTÁSSICA**

RESUMO

A produtividade das culturas é dependente dos atributos químicos do solo. Nesse sentido, um experimento foi desenvolvido no município de Remígio - PB, durante o período de maio de 2013 a dezembro de 2014, para avaliar o efeito do biofertilizante bovino e da adubação potássica nos atributos do solo irrigado com águas salinas cultivado com maracujazeiro amarelo. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial $2 \times 3 \times 5$, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m^{-1}), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e liberação lenta), cinco doses de biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m^{-2}), com três repetições e quatro plantas por parcela. Foram analisados os atributos químicos quanto à fertilidade, a umidade e a temperatura do solo, e o pH e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. Para avaliação da salinidade do solo, além do fatorial supracitado, foram acrescentadas duas épocas de avaliação (sub-subparcela), uma no final do período seco e outra no final do período chuvoso. A interação água \times potássio \times biofertilizante exerceu efeitos significativos nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, sódio, acidez potencial, saturação por bases, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo e percentagem de sódio trocável na camada superficial do solo, e nos teores de matéria orgânica, sódio, acidez potencial, saturação por bases e condutividade elétrica do extrato de saturação na profundidade de 21-40 cm. O biofertilizante elevou os teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio do solo na camada superficial e subsuperficial. O cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos elevou os valores de pH na camada de 0-20 cm e de fósforo e cálcio na profundidade de 21-40 cm nos tratamentos irrigados com água não salina. A irrigação na estação seca elevou o caráter do solo de não salino para salino, independente da condutividade elétrica da água utilizada. As águas do período chuvoso lixiviaram parte dos sais adicionados pelas águas de irrigação. O biofertilizante bovino manteve o solo mais úmido, reduziu o pH e elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

Palavras chaves: *Passiflora edulis* Sims, salinidade, insumo orgânico

**SOIL ATTRIBUTES CULTIVATED WITH YELLOW PASSION FRUIT
IRRIGATED WITH SALINE WATER, BIOFERTILIZER AND POTASSIUM
FERTILIZATION**

ABSTRACT

The crop productivity is dependent of the soil chemical properties. In this sense, an experiment was conducted in the municipality of Remigio – PB, during the period May 2013 to December 2014, to evaluate the effect of bovine biofertilizer and potassium fertilization in soil attributes irrigated with saline water cultivated with yellow passion fruit. The treatments were arranged in a randomized block design with split plot, using $2 \times 3 \times 5$ factorial scheme, referring to two levels of electrical conductivity of irrigation water in the principal plot (0.35 and 4.00 dS m⁻¹) and the subplot, the combination of three sources of potassium (without fertilization, fertilized with conventional potassium chloride and slow release) and five dosages of biofertilizer (0, 25, 50, 75 and 100% of the dosages 15 L m⁻²), with three replications and four plants per plot. Chemical attributes related to fertility were analyzed, moisture and soil temperature, pH and electrical conductivity of soil saturation extract. For evaluation of soil salinity, and the aforementioned factorial, it was added two evaluation times (sub-subplot), one at the end of the dry period and another at the end of the rainy period. The interaction water \times potassium \times biofertilizer provided significant effects in the levels of organic matter, phosphorus, potassium, sodium, potential acidity, bases saturation, electrical conductivity of soil saturation extract and percentage of titratable sodium in the soil superficial layer, and in the levels of organic matter, sodium, potential acidity, bases saturation and electrical conductivity of saturation extract in the depth 21-40 cm. The biofertilizer increased levels of organic matter, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium in the soil superficial and sub-superficial layer. The potassium chloride coated with organic polymers increased pH values at 0-20 cm and phosphorus and calcium in the depth of 21-40 cm in treatments irrigated with non-saline water. The irrigation in the dry season raised the soil character non-saline for saline, independent of the electrical conductivity of the water used. The rains coming from the pluviometric precipitations of the rainy season leached part of salts added by irrigation water. The waters of the rainy season of the leach salts added by irrigation water. The biofertilizer kept the soil more humid, reduced pH and increased the electrical conductivity of the soil saturation extract.

Key words: *Passiflora edulis* Sims; salinity; organic input.

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste é a maior produtora de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) do Brasil, porém, sua produtividade é baixa, comparada aos estados da região Sudeste (IBGE, 2015). Um dos fatores que contribuem para a baixa produtividade é a qualidade das águas de irrigação, que nessa região, geralmente apresentam condutividade elétrica superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, e em geral, limitam a produção agrícola. Além disso, as altas taxas evaporativas, a irregularidade pluviométrica, e o ineficiente manejo das adubações e da irrigação contribuem para as perdas de produção da cultura (Neves et al., 2009; Dias et al., 2011; Freire et al., 2014).

Apesar da baixa qualidade da água dos mananciais da região Nordeste, a prática de irrigação é fundamental para elevar a produtividade das culturas, visto que existem apenas duas estações bem definidas, um período seco (sem chuvas) e um período chuvoso. A irrigação das plantas na época de estiagem possibilita atender às exigências hídricas da cultura, maximizando o potencial produtivo e a qualidade de frutos das plantas, inclusive do maracujazeiro amarelo (Freire et al., 2010). De acordo com Ayers & Westcot (1999), a maioria das plantas de importância econômica apresentam a inconveniência de serem sensíveis aos sais do solo e da água de irrigação, justificando a necessidade de pesquisas que busquem alternativas para minimizar os efeitos deletérios da salinidade às plantas.

As altas concentrações de sais, na água ou induzida ao solo pela irrigação, podem comprometer o crescimento, a produção e a qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo, visto que alteram as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causadas pela redução no potencial osmótico da solução do solo e pela ação direta de íons específicos na nutrição mineral das plantas (Cavalcante et al., 2009; Dias et al., 2011). Uma alternativa que vem sendo utilizada para mitigar os efeitos deletérios dos sais é a utilização de biofertilizante bovino (Freire et al., 2010; Mesquita et al., 2012). Por melhorar as propriedades físicas (Benbouali et al., 2013), químicas (Dias et al., 2015) e biológicas do solo (Marrocos et al., 2012), o insumo natural provavelmente permita a utilização de águas com condutividade elétrica, em geral, não tolerada pelas plantas sob cultivo convencional.

A utilização de biofertilizante bovino foi avaliada por Dias et al. (2015) nos atributos do solo irrigado com água salina cultivado com maracujazeiro amarelo, e os autores concluíram que o uso do insumo natural no solo irrigado com água salina eleva o pH da solução do solo, os teores de cálcio, magnésio e a relação cálcio/magnésio. Além do

biofertilizante, as interações salinidade versus fertilidade do solo também devem ser avaliadas com frequência em áreas semiáridas; dentre elas, a adubação potássica. Segundo Marschner (2012), o potássio estimula a ativação de vários compostos enzimáticos e participa na regulação osmótica, sendo importante em regiões onde se utilizam águas com elevada salinidade (Prazeres et al., 2015).

Apesar da importância do elemento essencial, as perdas nas adubações com cloreto de potássio convencional ultrapassam 50% (Novais et al., 2007). Uma das alternativas que vem sendo estudada para reduzir as perdas e elevar a produção das culturas é a utilização de fertilizantes revestidos com polímeros (Guareschi et al., 2011; Rodrigues et al., 2014), com liberação gradual e contínua do elemento ao longo do ciclo das culturas (Mendonça et al., 2007; Chilundo et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da irrigação com água salina, do biofertilizante bovino e de tipos de potássio quanto à disponibilidade nos atributos do solo cultivado com maracujazeiro amarelo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido durante o período de maio de 2013 a dezembro de 2014, na propriedade Sítio Macaquinhos, no município de Remígio, PB, localizada a 16 km do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CCA/UFPB, nas coordenadas geográficas de 7° 00' 15" S, 35° 47' 55" W e altitude de 561,7 m, situado fisiograficamente na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Curimataú Ocidental (Interpa, 2008).

O município é caracterizado por apresentar clima do tipo As', que significa quente e seco, conforme classificação de Köppen (Brasil, 1972), com estação chuvosa iniciando em março e término em agosto, podendo se prolongar até setembro, com precipitação anual pluviométrica inferior a 1000 mm (Tabela 1). A temperatura média anual de 24 °C e umidade relativa do ar oscilando entre 70 e 80%.

Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014

Meses	Precipitação (mm)	
	2013	2014
Janeiro	38	35
Fevereiro	66	117
Março	41	53
Abril	133	30
Maio	58	100
Junho	155	110
Julho	118	155
Agosto	82	37
Setembro	30	129
Outubro	13	49
Novembro	21	20
Dezembro	43	9
Total	798	844

Fonte: Pluviômetro instalado no local do experimento.

O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, não salino (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo nas profundidades (0-20 e 21-40 cm) para caracterização química quanto à fertilidade (Tabela 2) e salinidade quanto aos atributos físicos (Tabela 3) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	M.OS
	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----					---%---	-g kg ⁻¹ -
(0 – 20 cm)	6,00	23,51	81,34	0,07	1,32	0	2,45	0,35	3,08	4,40	70,00	6,41
(21 – 40 cm)	6,21	12,06	76,04	0,07	1,48	0	2,20	0,60	3,05	4,54	67,18	4,14
E. Bovino	8,64	36,11	7892,3	3,86	-	-	5,40	4,5	-	-	-	591,68

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo

Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições

Atributos químicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm	Atributos físicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm
CEes a 25°C (dS m ⁻¹)	0,43	0,29	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,61	1,59
pH	6,93	6,67	Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,66	2,65
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,87	0,72	Porosidade Total (m ³ m ⁻³)	0,39	0,40
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,78	0,55	Areia (g kg ⁻¹)	847	821
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,11	1,32	Silte (g kg ⁻¹)	102	124
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,56	0,34	Argila (g kg ⁻¹)	51	55
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,66	1,93	Ada(g kg ⁻¹)	13	13
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	GF (%)	74,5	76,4
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,89	0,61	ID (%)	25,5	23,6
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,67	0,31	Ucc (g kg ⁻¹)	98,1	99,1
RAS (mmol L ⁻¹)	2,32	1,66	Upmp (g kg ⁻¹)	43	45
PST(%)	1,59	1,54	Adi (g kg ⁻¹)	55,1	54,1
Classificação	NS	NS	Classificação textural	Areia Franca	

RAS = Relação de adsorção de sódio = Na⁺/[(Ca⁺ + Mg⁺)/2]^{1/2}; PST = Percentagem de sódio trocável = 100 (Na⁺/CTC); NS = Não salino; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão = 100 – GF; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente.

2.2 Delineamento Experimental

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial 2 × 3 × 5, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m⁻¹), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e com cloreto de potássio de liberação lenta (revestido com polímeros)), cinco doses de

biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m⁻² recomendada por Santos (1992) e Diniz (2009), aplicado 24 horas antes do transplante e a cada 90 dias), com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliação da salinidade do solo, além do fatorial supracitado, foram acrescentadas duas épocas de avaliação, uma no final do período seco (dezembro de 2013) e outra no final do período chuvoso (setembro de 2014).

2.3 Preparo das Mudanças para Plantio

O substrato para produção das mudas foi preparado na proporção de 2:1, duas partes de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo (Tabela 2), para uma parte de esterco bovino, com relação C/N de 18:1, e a cada 100 kg do substrato foi adicionado 1 kg de Fosmag (18% de P₂O₅; 14,0% de Ca; 3,5% de Mg; 10,0% de S; 0,15% de B; 0,65% de Zn e 0,18% de Cu).

As mudas do maracujazeiro foram obtidas por via seminífera, no final de abril de 2013. As sementes híbridas, cultivar BRS Gigante Amarelo, foram adquiridas na Embrapa Cerrados, e possuíam germinação de 78%. Foram utilizadas bolsas de polietileno com capacidade para 1,5 litros, e em cada bolsa foram semeadas cinco sementes. Aos 15 dias após a emergência, foi realizado o desbaste das plântulas mantendo-se a planta mais vigorosa.

2.4 Preparo e Enchimento das Covas

Ao admitir que a maior parte das raízes do maracujazeiro amarelo se situam a 50 cm do caule e a 40 cm da superfície do solo (Sousa et al., 2002), as covas foram abertas nas dimensões profundidade de 40 × 40 × 50 cm (Figura 1), distanciadas de 3 m entre plantas e 2 m entre linhas, relativo a uma densidade de 1.666 plantas por hectare.

O material dos primeiros 20 cm de cada cova recebeu uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico que continha 48% CaO, 4,5% MgO e 78% de PRNT misturada com 25% de gesso agrícola (CaSO₄.2H₂O) com 24% CaO, 16% S, 0,81% P₂O₅ e 14% de umidade, juntamente com 10 litros de esterco bovino de relação C/N (18:1), descontada a umidade de 8%.



Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

2.5 Transplântio das Mudras e Condução do Experimento

O transplântio das mudras foi realizado em 16 de julho de 2013, procedendo à padronização das mudras, levando em consideração três critérios: mudras com altura entre 25-35 cm, cinco ou seis pares de folhas e que estivessem emitindo primeiras gavinhas.

O sistema de sustentação das plantas foi em espaldeira, com altura de 2,2 m de altura do solo, utilizando arame liso nº 12 instalado no topo das estacas, no espaçamento de 3 m × 2 m. As mudras foram conduzidas em haste única até atingirem o arame de sustentação no topo das estacas, sendo realizada uma poda quando esses atingiram 15 cm acima da espaldeira, para emissão de dois ramos laterais, que foram conduzidos em sentidos opostos, procedendo a poda quando esses atingiram 1,5 m. Os ramos terciários foram podados a 30 cm de distância do solo. Durante o período de formação da cultura foram realizadas desgavinhamentos para a retirada das gavinhas.

Os tratos culturais e manejos fitossanitários foram realizados sempre que necessários, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura. Foram utilizados, quando necessários, agentes químicos de controle de pragas e doenças (Deltametrina, Methomyl e Tebuconazole), de acordo com as recomendações do MAPA (2010).

No início de cada floração, as plantas foram polinizadas naturalmente pelas mamangavas (*Xylocopa* spp.) e complementadas com a polinização manual, realizadas no período da tarde, devido as flores da cultura abrirem na região no horário compreendido entre as 11h30 às 14h00 horas.

2.6 Preparo e Aplicação das Águas Salinas e das Doses de Biofertilizante

A preparação das águas com seus respectivos níveis salinos, foi realizada semanalmente pela diluição de cloreto de sódio moído não iodado da marca Vitasal® com uma água não salina (C₁S₁) de barragem da propriedade Macaquinhos, armazenadas em caixas de

fibra de vidro com capacidade para 3 m³ e cobertas para evitar a evaporação e consequentemente, alteração na condutividade elétrica.

O biofertilizante bovino foi produzido conforme recomendação de Diniz et al. (2013). Para produzir o biofertilizante adicionaram-se partes iguais de água (não salina e não clorada) e esterco fresco de bovino, em recipiente que não sofra oxidação, mantendo-se 20% do seu volume, para que fosse ocupado pelo gás metano produzido durante a fermentação. Para liberação do gás produzido pelas bactérias conectou-se uma extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor mantendo a outra submersa em um recipiente com água.

As doses de biofertilizante, nas suas respectivas concentrações (0, 25, 50, 75 e 100% da dose recomendada, 15 litros m⁻² (Santos, 1992; Diniz, 2009), aplicado 24 horas antes do transplante e reaplicado a cada 90 dias após o plantio), foram preparadas diluindo-se o insumo natural na água de irrigação em caixas de fibra de vidro com capacidade para 1 m³ (Figura 2). Em seguida mediu-se a condutividade elétrica da mistura biofertilizante e água (Tabela 4) e forneceu-se manualmente 7,5 L de cada mistura às plantas.



Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade

Variáveis	Tipo de água		Doses de biofertilizante (%)			
	ANS	AS	25	50	75	100
pH	6,12	6,25	6,28	6,37	6,50	7,68
CE (dS m ⁻¹)	0,35	4,00	1,90	3,10	3,69	4,55
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,57	12,83	1,71	1,49	1,58	1,92
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,19	2,51	3,31	6,97	8,61	10,26
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,59	7,92	5,46	8,85	10,55	13,02
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,48	29,31	3,57	4,18	4,88	6,56
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,19	0,38	6,52	10,47	12,59	15,53
SC (mmol _c L ⁻¹)	3,45	40,12	18,86	30,47	36,63	45,37
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Aus	0,11	Aus	Aus	Aus	Aus
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,54	2,85	2,87	4,65	5,59	6,79
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,51	36,56	13,51	21,97	25,48	32,02
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,36	0,24	2,82	3,53	5,69	6,67
SA (mmol _c L ⁻¹)	3,41	39,65	12,20	30,15	36,76	45,48
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁	C ₃ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁

A_{NS} = Água não salina de barragem superficial; AS = Água salina rica em cloreto de sódio; RAS = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$; SC = Soma de cátions; SA = Soma de ânions; C₁, C₃ e C₄ = Risco baixo, alto e muito alto de salinizar o solo, em relação a água de irrigação; S₁ = Risco baixo de sodificação do solo com a irrigação

Na matéria seca de biofertilizante foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 5), conforme sugestões e metodologias da Embrapa (2011).

Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (biofertilizante puro)

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
21,8	7,4	14,7	8,8	8,0	3,3	17,0	23,5	1875,0	365,0	148,5	2975,03

*Média de três repetições

Os teores de ácido fúlvico, ácido húmico e humina, determinados no biofertilizante puro conforme metodologia sugerido por Mendonça & Matos (2005), foram respectivamente, 0,36 mg g⁻¹, 0,05 mg g⁻¹ e 4,12 mg g⁻¹.

2.7 Adubação e Irrigação das Plantas

No dia do plantio foram fornecidos 5 g de ureia (45% N), 10 g de superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de cálcio (Ca) e 8% de enxofre (S)) e 5 g de cloreto de potássio

convencional e protegido com polímeros orgânicos (60% K₂O) por cova. Durante a execução do experimento, foram aplicados 670 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia, 880 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples (18 % P₂O₅, 20 % Ca e 12 % S) e 476 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio. A ureia e cada fonte de potássio foram distribuídas mensalmente (Borges et al., 2002) e a adubação fosfatada foi aplicada a cada dois meses como indicado na Figura 3.



Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

A irrigação com ambas as águas foi realizada a cada 48 horas pelo método de aplicação localizada por gotejamento usando dois gotejadores por planta, com vazão de 10 L h⁻¹. A lâmina de irrigação foi calculada com base na lâmina máxima diária de evapotranspiração potencial (ET_o) de 14 L planta⁻¹ dia⁻¹ obtida pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' (ET_o = ET_A x 0,75), instalado no local do experimento (ET_o = ET x 0,75) e por cada coeficiente de cultivo - K_c de 0,4; 0,8 e 1,2 para o cálculo da evapotranspiração da cultura - ET_c (ET_c = ET_o x K_c), respectivamente, referente aos primeiros 60 DAT, dos 60 aos 90 DAT e a partir da floração até a colheita. Nos tratamentos com água de 4,00 dS m⁻¹, apesar da textura arenosa do solo, foi aplicada uma lâmina de irrigação 10% superior para redução dos riscos de salinidade às plantas pela lixiviação dos sais do ambiente radicular (Ayers & Westcot, 1999).

2.8 Variáveis Analisadas

2.8.1 Fertilidade e salinidade do solo

No início do primeiro ciclo, aos 115 dias após o transplante, amostras simples de cada quadrante, em relação ao caule, nas camadas de 0-20 e de 21-40 cm, foram coletadas na

terceira planta de cada tratamento, e transformadas em amostras compostas para avaliação da fertilidade do solo e sódio, conforme sugestões e metodologias da Embrapa (2011).

No final da estiagem (dezembro de 2013) e do período chuvoso (setembro de 2014) foram coletadas amostras de solo para avaliação da salinidade, utilizando os mesmos critérios citados anteriormente, empregando a metodologia de Richards (1954), para avaliação do pH e da condutividade elétrica da pasta saturada.

Essa prática teve como objetivo verificar o incremento de sais pelas águas de irrigação, durante o período de estiagem, assim como constatar se a chuva do período das águas exerceu efeito diluidor e se promoveu a lixiviação dos sais da camada superficial para as camadas mais profundas do perfil do substrato.

2.8.2 Umidade e temperatura do solo

A umidade e a temperatura foram avaliadas durante o período de estiagem, setembro de 2013 a janeiro de 2014. Para realizar essas determinações, foram instalados dois tubos de acesso de PVC de 50 mm de diâmetro, na segunda planta de cada tratamento, em todos os blocos, nos tamanhos de 20 e 35 cm de comprimento, instalados nas profundidades de 15 e 30 cm, respectivamente (Figura 4). As respectivas estações foram instaladas a 20 cm do caule da planta e do gotejador, e a parte superior foi coberta com copos feitos de PVC, para evitar a entrada de água e pequenos animais. As variáveis foram monitoradas quinzenalmente nas profundidades de 0, 15 e 30 cm, utilizando um termômetro digital a laser, modelo ICEL – TD 971 para avaliar a temperatura do solo (°C) e um medidor portátil digital tipo ECH₂O Check-EC 3212 para avaliar o teor de umidade (%), 24 horas após a irrigação, nas diferentes camadas.



Figura 4. Estações de PVC utilizadas para as determinações de umidade e temperatura na profundidade de 15 cm e de 30 cm

2.9 Avaliação Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes aos tipos de água foram comparadas pelo teste ‘F’ que é conclusivo para dois fatores (Banzatto & Kronka, 2006), as médias relativas à adubação potássica pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, as doses do biofertilizante por regressão e as relativas às épocas por medidas repetidas no tempo (Littel et al., 1998; Silva, 2011). Realizou-se também análises de componentes principais, utilizando o software SAS[®] versão 9.3 (SAS[®], 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fertilidade do Solo

A interação água × potássio × biofertilizante exerceu efeitos significativos nos teores de matéria orgânica do solo na camada de 0-20 cm e de 21-40 cm, e nos teores de fósforo na camada de 0-20 cm. O pH foi influenciado pelas doses de biofertilizante e pelos tipos de potássio, na camada de 0-20 cm e 21-40 cm, respectivamente. Os teores de fósforo na profundidade de 21-40 cm sofreram influência das interações água × potássio, água × biofertilizante e potássio × biofertilizante (Tabela 6).

Tabela 6. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (MOS) e fósforo (P) na camada de 0-20 e 21-40 cm do solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, adubado com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	pH		MOS		P	
		0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	2	0,2046 ^{ns}	0,5889 ^{ns}	1,6799 ^{ns}	0,1083 ^{ns}	11,0033 ^{ns}	5,3133 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	4,9749 ^{ns}	4,0789 ^{ns}	23,0837 ^{ns}	3,4770 ^{ns}	347,5102 ^{ns}	1197,7113 ^{**}
Resíduo a	2	0,4802	0,7178	1,5875	1,0890	22,1893	2,6702
Fonte de potássio (K)	2	0,5924 ^{ns}	0,4657 [*]	32,3924 ^{**}	3,2624 ^{**}	5351,0991 ^{**}	1366,2903 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	0,6631 [*]	0,0923 ^{ns}	33,3751 ^{**}	22,6478 ^{**}	1856,9042 ^{**}	729,5763 ^{**}
A × K	2	0,2126 ^{ns}	0,1726 ^{ns}	5,4121 ^{**}	1,7295 [*]	188,4247 ^{**}	401,2680 ^{**}
A × B	4	0,2958 ^{ns}	0,1377 ^{ns}	0,8995 ^{ns}	2,0848 ^{**}	123,3472 ^{**}	21,5408 [*]
K × B	8	0,2821 ^{ns}	0,1112 ^{ns}	1,5725 [*]	0,7956 ^{ns}	27,2230 [*]	48,2577 ^{**}
A × K × B	8	0,1007 ^{ns}	0,1518 ^{ns}	1,5220 [*]	0,9279 [*]	41,1676 ^{**}	8,1689 ^{ns}
Resíduo b	56	0,2396	0,1143	0,5530	0,4044	11,1496	5,9351
Total	89						
CVa (%)		10,49	12,05	11,84	11,57	7,76	4,70
CVb (%)		7,41	4,81	6,99	7,05	5,50	7,00

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

Os valores médios de pH do solo na camada de 0-20 cm no início da floração das plantas foram elevados com o aumento das doses de biofertilizante até a dose máxima estimada de 57% com valor de pH estimado em 6,78 (Figura 5A). Na camada subsequente (21-40 cm) verifica-se que os maiores valores de pH foram nos tratamentos com cloreto de potássio protegido e no solo sem KCl. O valor de pH do solo adubado com KCl convencional não diferiu do valor registrado no solo sem adubação potássica (Figura 5B).

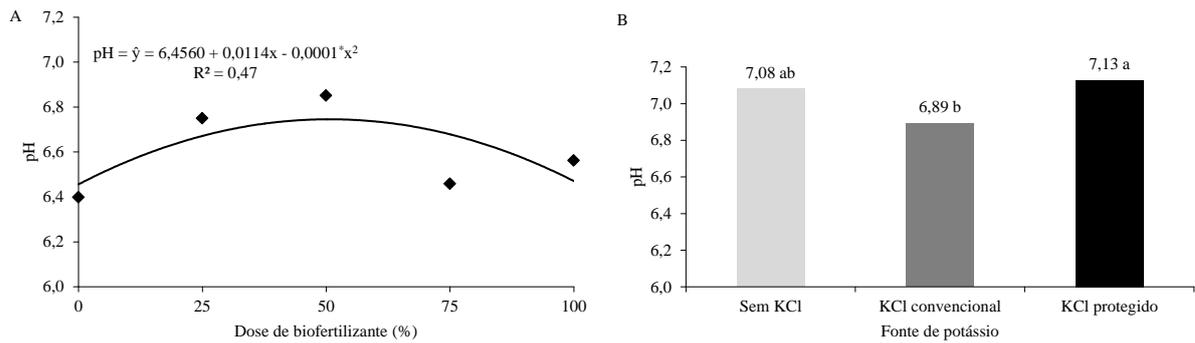


Figura 5. Potencial hidrogeniônico do solo, na camada de 0-20 cm (A) e 21-40 cm (B), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante (A) e de fontes de potássio (B). Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Dias et al. (2015) avaliando o pH da solução do solo em função da aplicação de água não salina e salina em substratos sem e com biofertilizante cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo, constataram que o insumo orgânico eleva o pH do solo, independente da qualidade da água utilizada na irrigação. O aumento do pH do solo pode estar relacionado à decomposição da matéria orgânica do insumo natural, que libera amônia e íons hidroxila, contribuindo para elevação do pH do solo (Haynes & Mokolobate, 2001). Jiménez et al. (2004) acrescentam que a elevação do teor de matéria orgânica no solo proporcionada pela adição de insumos orgânicos, pode inativar o H^+ elevando o pH da solução do solo.

O biofertilizante, mesmo em pequenas dosagens, possui todos os elementos essenciais ao crescimento das plantas (Tabela 5). Após a decomposição do insumo no solo, ocorre a reciclagem dos nutrientes, a adição de cátions trocáveis e de ânions (Vessey, 2003; Oliveira et al., 2009) e a quelatação do Al^{3+} (Materchera & Mkhabela, 2002), fatores que contribuem para elevar o pH do solo (Dias et al., 2015). O pH do solo na camada de 0-20 cm nos tratamentos com biofertilizante classifica a acidez como fraca e na camada de 21-40 cm, nos tratamentos com fertilizante potássico protegido estava classificado como alcalinidade fraca (Novais et al., 2007).

Independentemente da profundidade avaliada e da salinidade da água de irrigação, as doses de biofertilizante elevaram os teores de matéria orgânica do solo (Figura 6). Constata-se que aos 115 dias após o transplântio das mudas, os teores de matéria orgânica do solo estavam mais elevados na camada de 0-20 cm (Figura 6A, 6B) em relação à de 21-40 cm (Figura 6C, 6D). Em ambas as profundidades, nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade,

houve uma superioridade nos teores médios de matéria orgânica do solo nos tratamentos sem adubação, adubados com cloreto de potássio protegido e convencional, respectivamente (Figura 6A, 6C).

Nos tratamentos irrigados com água de condutividade elétrica de 0,35 dS m⁻¹ na camada de 0-20 cm (Figura 6A) os teores de matéria orgânica foram de 14,67, 12,71 e 10,93 g kg⁻¹, nas plantas sem adubação potássica, adubadas com fertilizante potássico de liberação lenta e convencional, respectivamente, na maior dose de biofertilizante. Aos relacionar estes valores com os teores do solo sem o insumo natural, constata-se que o esterco líquido fermentado elevou o teor de matéria orgânica em 34,71, 40,55 e 26,82 %, respectivamente (Figura 6A).

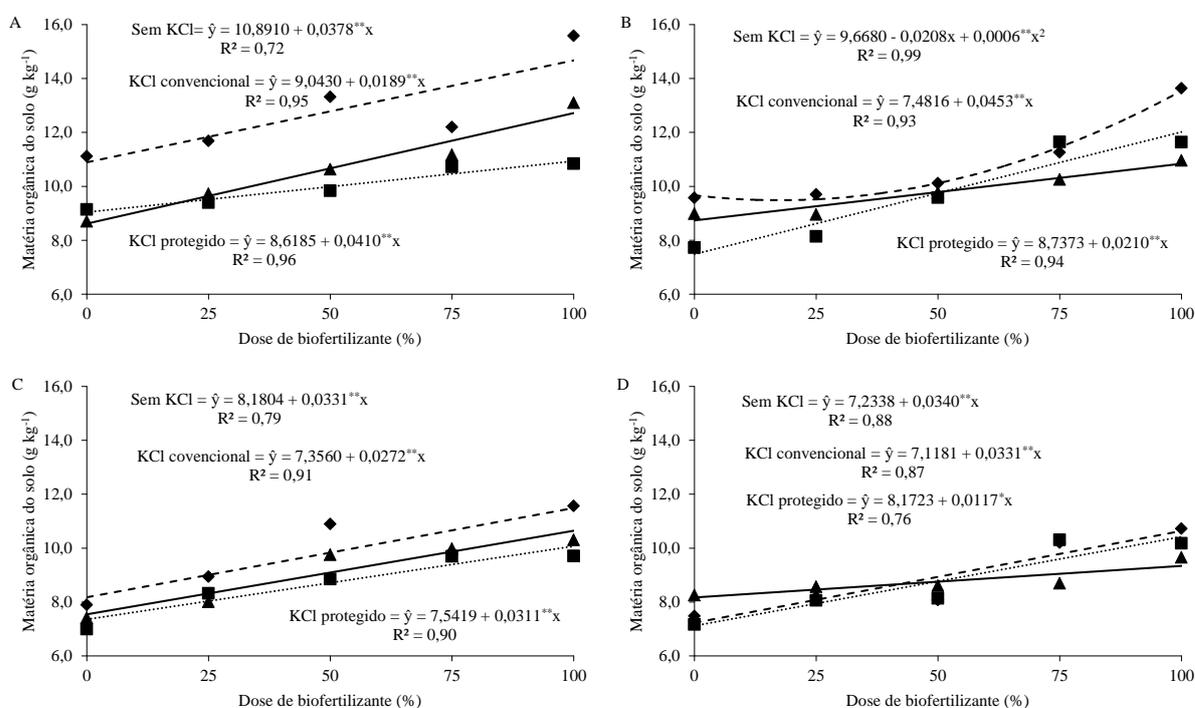


Figura 6. Matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0-20 cm (A e B) e 21-40 cm (C e D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

Na camada de 0-20 cm, nos tratamentos irrigados com água salina, os dados referentes aos tratamentos sem adubação aumentaram com as doses do biofertilizante bovino, no solo com KCl convencional e KCl protegido, respectivamente os teores de matéria orgânica aumentaram linearmente ao nível de 0,0453 e 0,0210 por incremento unitário da dose de

biofertilizante, com valores máximos de 12,01 e 10,83 g kg⁻¹ (Figura 6B). Na camada de 0-20 cm (Figura 6B) e 21-40 cm (Figura 6D) nos tratamentos irrigados com água salina, os maiores teores de matéria orgânica ocorreram nos tratamentos sem adubação, adubados com cloreto de potássio convencional e protegido com polímeros orgânicos.

Ao considerar as condições físicas do solo no início do experimento (Tabela 3), e a afirmação de Benboualli et al. (2013) que a aplicação de substâncias húmicas ao solo promove a melhoria nos atributos físicos, o fornecimento de biofertilizante na forma líquida possivelmente contribuiu para a acumulação de matéria orgânica, principalmente nas camadas mais superficiais do solo (Mellek et al., 2010). Vale salientar que a aplicação de 10 L de esterco bovino adicionado na preparação das covas no início do experimento podem ter elevado os teores de matéria orgânica do solo, visto que os teores iniciais eram baixos, de 6,14 e 4,14 g kg⁻¹ na camada de 0-20 cm e de 21-40 cm, respectivamente. Apesar do biofertilizante elevar a matéria orgânica do solo, os teores são considerados baixos, pois se enquadram na faixa de 0,71 a 2,00 dag kg⁻¹ (Alvarez V. et al., 1999; Silva & Mendonça, 2007).

O biofertilizante elevou linearmente os teores de fósforo na camada de 0-20 cm de profundidade, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação e do tipo de potássio utilizado (Figura 7). O biofertilizante associado à adubação com cloreto de potássico de liberação lenta elevou linearmente os teores de fósforo do solo ao nível de 0,3838 e 0,1661 por aumento unitário do insumo natural, nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,35 dS m⁻¹ (Figura 7A) e 4,00 dS m⁻¹ (Figura 7B), com valores máximos de 83,38 e 82,06 mg dm⁻³, respectivamente.

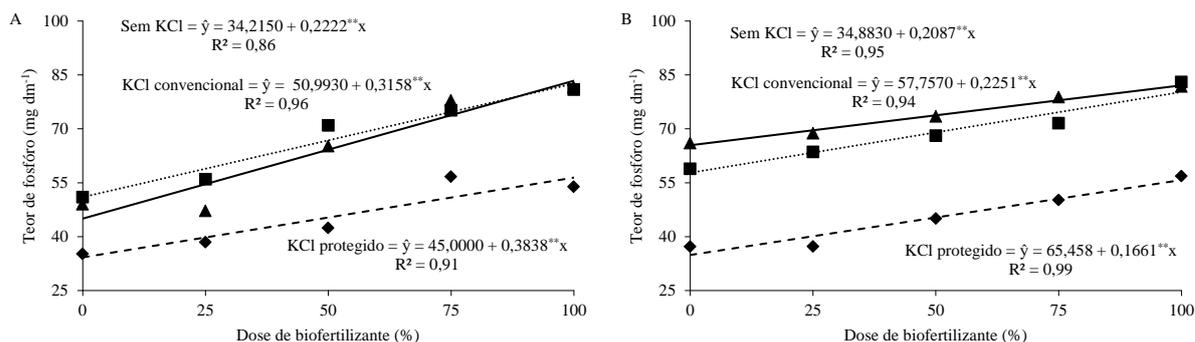


Figura 7. Teores de fósforo no solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).

Ao considerar que o solo é classificado como areia franca (Tabela 2), e possuía apenas 5,5% de argila, o teor de fósforo no início da floração das plantas estava classificado como muito bom (Alvarez V. et al., 1999). O aumento do pH do solo (Figura 5), e consequentemente a menor concentração de íons H^+ na solução do solo, contribuiu para o aumento das forças de repulsão das partículas entre o fosfato e a superfície adsorvente, reduzindo a adsorção do elemento essencial, elevando os teores disponíveis às plantas (Pessoa et al., 2010; Freire, 2011). Conforme Novais et al. (2007), há uma correlação positiva entre a matéria orgânica do solo e o fósforo disponível, devido à formação de pontes de cátions com o Al^{3+} , Fe^{2+} e Ca^{2+} a ela adsorvidos. Freire (2011) também observou que os teores de fósforo do solo cultivado com maracujazeiro amarelo foram elevados com a aplicação de esterco líquido fermentado de bovino.

Na profundidade de 21-40 cm (Figura 8), independente da aplicação de biofertilizante, adubação potássica e condutividade elétrica da água de irrigação, os teores de fósforo foram inferiores aos valores médios da camada de 0-20 cm (Figura 7). Nos tratamentos irrigados com água não salina, o maior teor do macronutriente foi determinado no solo com KCl protegido ($34,57 \text{ mg dm}^{-3}$) [Figura 8A]. Nos tratamentos irrigados com água salina, o maior valor foi de $47,55 \text{ mg dm}^{-3}$ no solo adubado com KCl convencional (Figura 8A). Independente da qualidade da água de irrigação, as doses crescentes de biofertilizante bovino elevaram os teores de fósforo da camada de 21-40 cm, com superioridade nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 8B), e naqueles adubados com KCl protegido (Figura 8C). A composição química do biofertilizante (Tabela 4), e a composição microbiológica (Marrocos et al., 2012), deve ter elevado os teores de fósforo do solo. De acordo com Vessey

(2003) e Sarwar et al. (2008), a composição microbiológica do insumo, juntamente com as substâncias húmicas presentes no esterco líquido fermentado, são capazes de converter o elemento da forma adsorvida para disponível às plantas, elevando a concentração no solo.

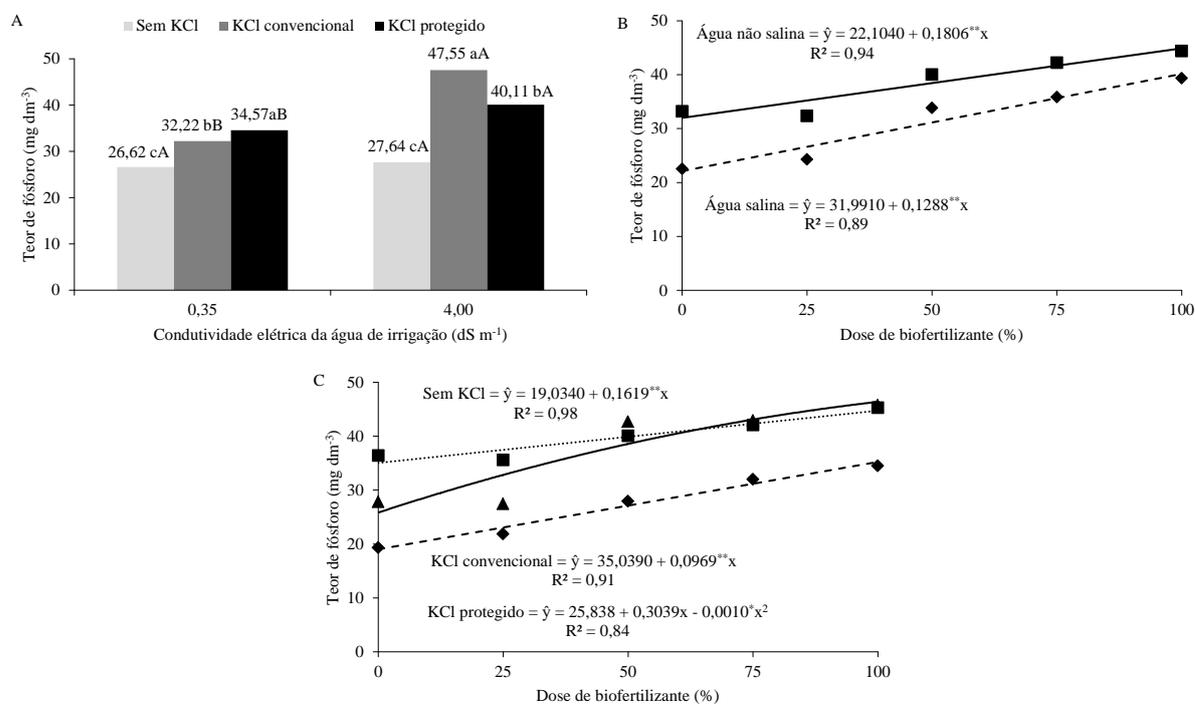


Figura 8. Teores de fósforo no solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo no solo sem e com cloreto de convencional e protegido [A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B] e em função dos tipos cloreto de potássio no solo [C].

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúsculas nas diferentes condições de salinidade da água e mesmo tipo de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A maior concentração de fósforo na camada 0-20 cm também foi observada por Nunes (2013) estudando a aplicação de substâncias húmicas na forma de humitec[®] e cobertura morta nos atributos químicos de um solo cultivado com goiabeira ‘Paluma’. A menor concentração do nutriente na camada subsuperficial se justifica pela aplicação de superfosfato simples em cobertura a cada 60 dias, pela adsorção e pela baixa mobilidade do elemento, que é realizada através da difusão (Novais et al., 2007). Além do mais, ocorre a absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas de maracujazeiro amarelo, contribuindo para redução dos teores nas camadas subsuperficiais (Malavolta et al., 1997).

De acordo com o resumo da análise de variância apresentados na Tabela 7, o potássio na camada de 0-20 cm e o sódio, nas duas profundidades do solo, foram influenciados

significativamente pela interação água × potássio × biofertilizante. O potássio na profundidade de 21-40 cm e o cálcio na de 0-20 cm, responderam aos efeitos da interação potássio × biofertilizante. O cálcio na camada de 21-40 cm foi influenciado pela interação água × potássio. Nessa mesma faixa, nenhuma fonte de variação exerceu efeito significativo nos teores de magnésio, mas o elemento nos primeiros 20 cm foi influenciado pelas interações água × potássio, água × biofertilizante e potássio × biofertilizante (Tabela 7).

Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) na camada de 0-20 e 21-40 cm, em solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	K		Ca		Mg		Na	
		0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	2	1,5979 ^{ns}	80,2411 ^{ns}	0,1105 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,3091 ^{ns}	0,00010 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	3139,6296*	23,3478 ^{ns}	0,0518 ^{ns}	0,1840**	0,1480*	0,0392 ^{ns}	0,28900**	0,0915**
Resíduo a	2	63,0510	47,2634	0,0059	0,0010	0,0034	0,2388	0,00002	0,0001
Fonte de potássio (K)	2	30916,0234**	40771,9528**	0,1866*	0,2218**	0,0422**	0,2998 ^{ns}	0,01332**	0,0004 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	1577,1310**	1357,5006**	0,0713 ^{ns}	0,0226 ^{ns}	0,0220*	0,4550 ^{ns}	0,01076**	0,0017**
A × K	2	25,6566 ^{ns}	98,8178 ^{ns}	0,1118 ^{ns}	0,2970**	0,0678**	0,4393 ^{ns}	0,01420**	0,0016**
A × B	4	161,9135**	87,9045 ^{ns}	0,0599 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0234*	0,4685 ^{ns}	0,00084 ^{ns}	0,0010**
K × B	8	43,4738 ^{ns}	264,7125**	0,1127*	0,0154 ^{ns}	0,0203**	0,4674 ^{ns}	0,00451**	0,0009**
A × K × B	8	137,5735**	139,5174 ^{ns}	0,0726 ^{ns}	0,0204 ^{ns}	0,0123 ^{ns}	0,4663 ^{ns}	0,00396**	0,0005**
Resíduo b	56	23,7022	71,0646	0,0458	0,0167	0,0068	0,3729	0,00047	0,0001
Total	89								
CVa (%)		6,44	5,89	4,79	2,77	9,59	60,87	2,04	8,36
CVb (%)		3,95	7,22	13,32	11,14	13,45	76,06	9,24	7,63

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

Os teores de potássio foram elevados com o aumento da dose de biofertilizante fornecida ao solo (Figura 9), independente da irrigação com água não salina (Figura 9A) ou salina (Figura 9B), e da profundidade de avaliação do solo (Figura 9), com superioridade estatística nos tratamentos adubados com KCl protegido. O maior teor de K foi registrado nos tratamentos irrigados com água salina, na camada de 21-40 cm no solo com KCl de liberação lenta, com valor estimado em 163,02 mg dm⁻³ na dose de 15 L m² de biofertilizante bovino (Figura 9B). De acordo com Alvarez V. et al. (1999) teores de potássio no solo acima de 70 mg dm⁻³ são considerados adequados. Para Cavalcanti (2008) os teores do solo são considerados elevados para a cultura do maracujazeiro amarelo.

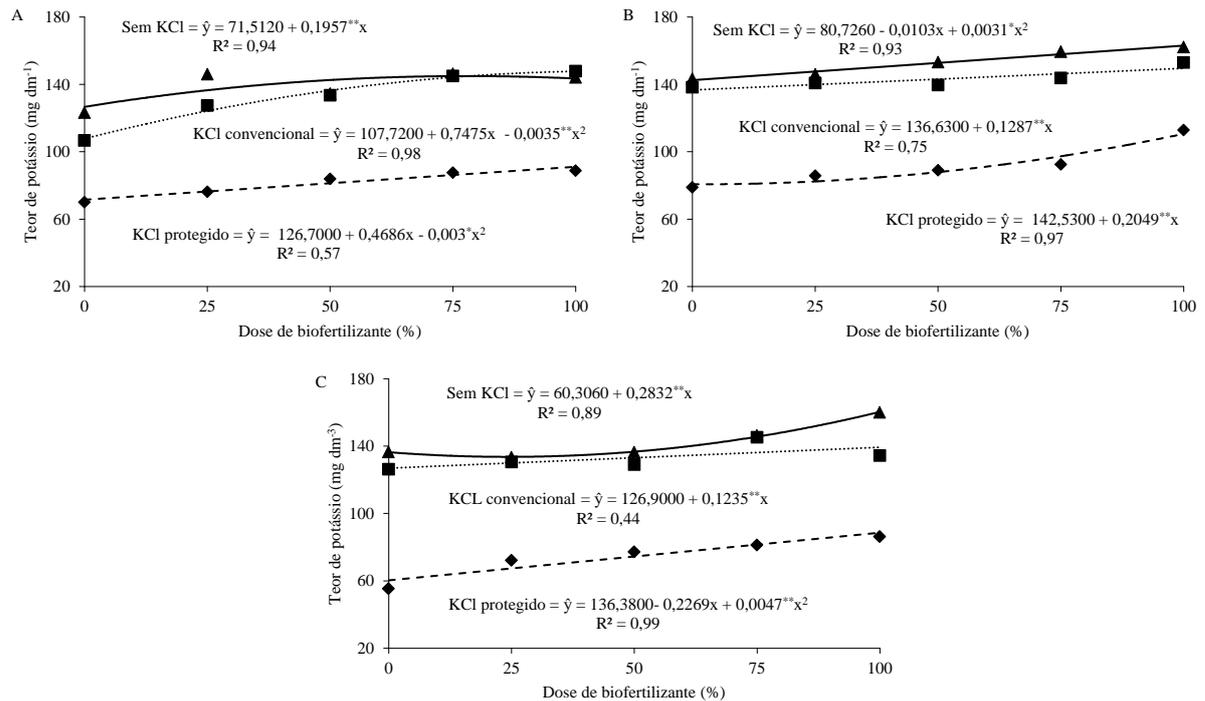


Figura 9. Teor de potássio no solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).

A composição química do insumo natural (Tabela 4) contribuiu para elevar os teores do elemento no solo tanto na camada superficial quanto na subsuperficial. Dias et al. (2015) estudando o efeito do biofertilizante bovino e da salinidade da água de irrigação constataram que o insumo natural exerce melhoria nos atributos químicos do solo. Essa situação diverge de Dias (2011) ao concluir que o teor do elemento no solo irrigado com água salina não respondeu aos efeitos do biofertilizante bovino.

Segundo Barbizan et al. (2002) a maior concentração de potássio nos tratamentos com fertilizante protegido é resposta das menores perdas do nutriente pela lixiviação, visto que o elemento é disponibilizado de forma contínua no solo, sendo uma alternativa para aumentar a eficiência da adubação potássica (Luchese et al., 2011) em solos de textura arenosa. Villalba (2015) afirma que fertilizantes revestidos com polímeros disponibilizam os nutrientes ao longo de todo o ciclo das culturas.

Os teores de cálcio do solo na camada de 0-20 cm no solo sem adubação potássica e com cloreto de potássio convencional, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com valores médios de 1,68 e 1,61 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Nos tratamentos

com KCl de liberação lenta, houve um aumento linear ao nível de 0,0036 por incremento unitário da dose do insumo orgânico (Figura 10A).

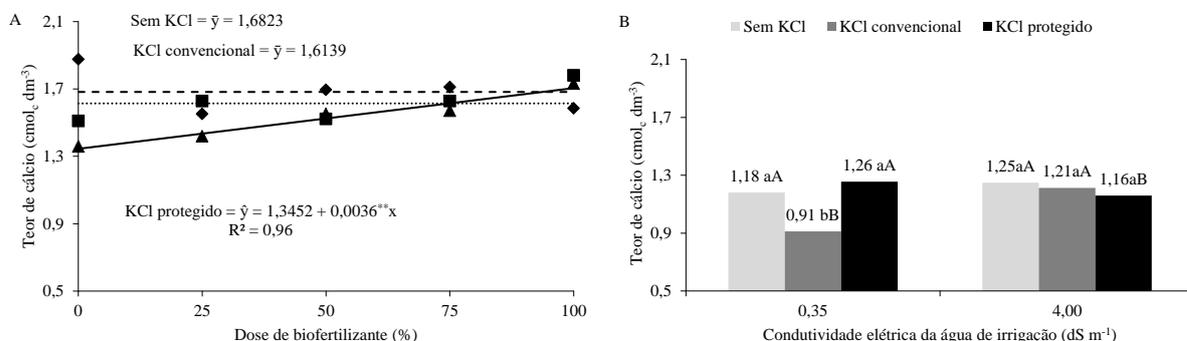


Figura 10. Teores de cálcio no solo, na camada de 0-20 cm (A) e 21-40 cm (B), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina e salina (B), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúsculas nas diferentes condições de salinidade da água e mesmo tipo de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na camada subsuperficial, os diferentes tipos de adubação não diferiram estatisticamente quando irrigados com água salina (Figura 10B). Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade, os teores de cálcio dos tratamentos sem adubação não diferiram dos teores do solo adubado com KCl protegido, e foram superiores aos determinados nas plantas adubadas com KCl convencional (Figura 10B). Semelhantemente aos teores de fósforo (Figuras 7 e 8), os teores de cálcio foram inferiores na faixa subsuperficial em relação aos da camada de 0-20 cm (Figura 10).

Ao relacionar os valores de 1,26 e 1,16 cmol_c dm⁻³, nos tratamentos com KCl protegido irrigado com água não salina e salina, respectivamente, tem-se que a salinidade da água reduziu os teores de cálcio do solo em 8,6%. Ao considerar que a água é rica em cloreto de sódio, nessas condições, segundo Dias et al. (2015) a salinidade promove a dispersão do material constituinte do solo, contribuindo para maior lixiviação de bases trocáveis, resultando em menores valores de cálcio nos solos irrigados com água salina.

Os teores de cálcio na camada de 0-20 cm são classificados como médio, na faixa entre 1,21 e 2,40 cmol_c dm⁻³. Os valores são baixos na camada de 21-40 cm, nos tratamentos sem adubação e nos adubados com KCl convencional irrigados com água não salina. Nos

tratamentos irrigados com água salina os teores de K do solo adubado com KCl revestido também são classificados com abaixo da média (Alvares V. et al., 1999).

Quanto ao magnésio, os teores na camada superficial, sob adubação com ambos os tipos de potássio não diferiram entre si nos tratamentos irrigados com água salina. No solo irrigado com água de boa qualidade, os valores foram superiores no solo com cloreto de potássio convencional e sem adubação, com valores de 0,72 e 0,69 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente. Ao comparar os teores dos tratamentos sem adubação e os adubados com KCl convencional irrigado com água não salina e salina, verifica-se que a salinidade da água reduziu em 16,9 e 28,6 % os teores de cálcio na camada de 0-20 cm de profundidade (Figura 11A).

As doses do insumo orgânico elevaram os teores de magnésio nos tratamentos irrigados com água de condutividade elétrica de 0,35 dS m^{-1} , até o valor máximo de 0,71 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, na dose estimada de 53%. Apesar do efeito significativo, os dados referentes aos teores de cálcio nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com valor médio de 0,57 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 11B). A aplicação de potássio convencional ao solo associado às crescentes doses de biofertilizante também elevaram os teores de cálcio do solo até a dose de 61,25 % com valor máximo de 0,70 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 11C). Nos tratamentos sem adubação e adubados com KCl protegido os dados não se adequaram a nenhum modelo de regressão testado, com valor médio de 0,63 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 11C). Os teores de magnésio na camada de 0-20 cm são considerados médios (0,49 a 0,90 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), conforme classificação de Alvarez V. et al (2009).

A composição química (Tabela 4) e microbiológica do insumo orgânico (Marrocos et al., 2012) podem ter contribuído para elevar os teores de magnésio do solo. A ação benéfica do biofertilizante também foi verificada por Freire (2011) estudando os teores de magnésio do solo tratado com biofertilizante bovino cultivado com maracujazeiro amarelo.

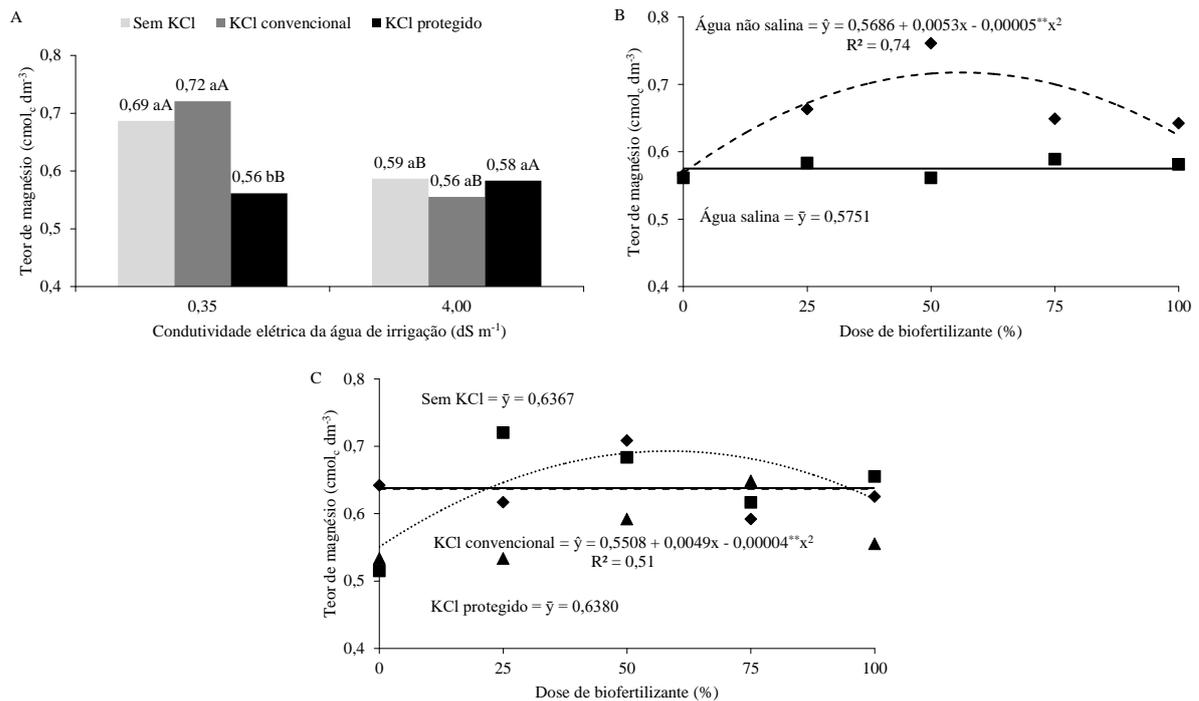


Figura 11. Teores de magnésio no solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—)[B] e em função do tipo de cloreto de potássio [C].

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A maior concentração de sódio da água salina (Tabela 4) contribuiu para elevar os teores de sódio do solo em ambas as profundidades estudadas (Figura 12), mas com superioridade na faixa superficial. Independente do solo sem e com adubação com qualquer tipo cloreto de potássio, as doses de biofertilizante bovino promoveram elevação dos teores de sódio do solo nos tratamentos irrigados com água não salina nas duas camadas de solo avaliadas (Figura 12A, 12C). Ao relacionar os valores de 0,22 com 0,41 cmol_c dm⁻³ nos tratamentos irrigados com água não salina e salina, respectivamente, na camada de 0-20 cm, adubado com KCl revestido (Figura 12A, 12B), constata-se que a salinidade da água de irrigação elevou em 86,4% os teores de sódio na maior dose de biofertilizante. Ao relacionar estes mesmos valores na profundidade de 21-40 cm, a elevação nos teores de sódio promovida pela água de irrigação foi de 57,1% (Figura 12C, 12D). Na camada subsuperficial, nos tratamentos irrigados com água salina, os teores de sódio do solo que não receberam potássio foram reduzidos com o aumento da dose do insumo (Figura 12 B, 12D).

A caracterização química da água de irrigação de maior salinidade (Tabela 4) com risco muito alto de salinar o solo (Ayers & Westcot, 1999), contribuiu para elevar os teores de sódio do solo de ambas as profundidades avaliadas. Ribeiro (2010) ressalta que esse aumento nos teores de sódio do solo provoca perda da qualidade física pela dispersão das argilas. Freire (2011) e Holanda Filho et al. (2011) estudando os atributos químicos do solo irrigado com água salina na cultura do maracujazeiro e mandioqueira, respectivamente, constataram que a salinidade da água de irrigação eleva os teores de sódio do solo. A elevação dos teores do elemento nos tratamentos com biofertilizante bovino deve-se, em parte, a condutividade elétrica do insumo orgânico (Tabela 4), conforme constatado por Dias (2011) e Freire (2011) estudando a mesma variável em solo cultivado com maracujazeiro amarelo.

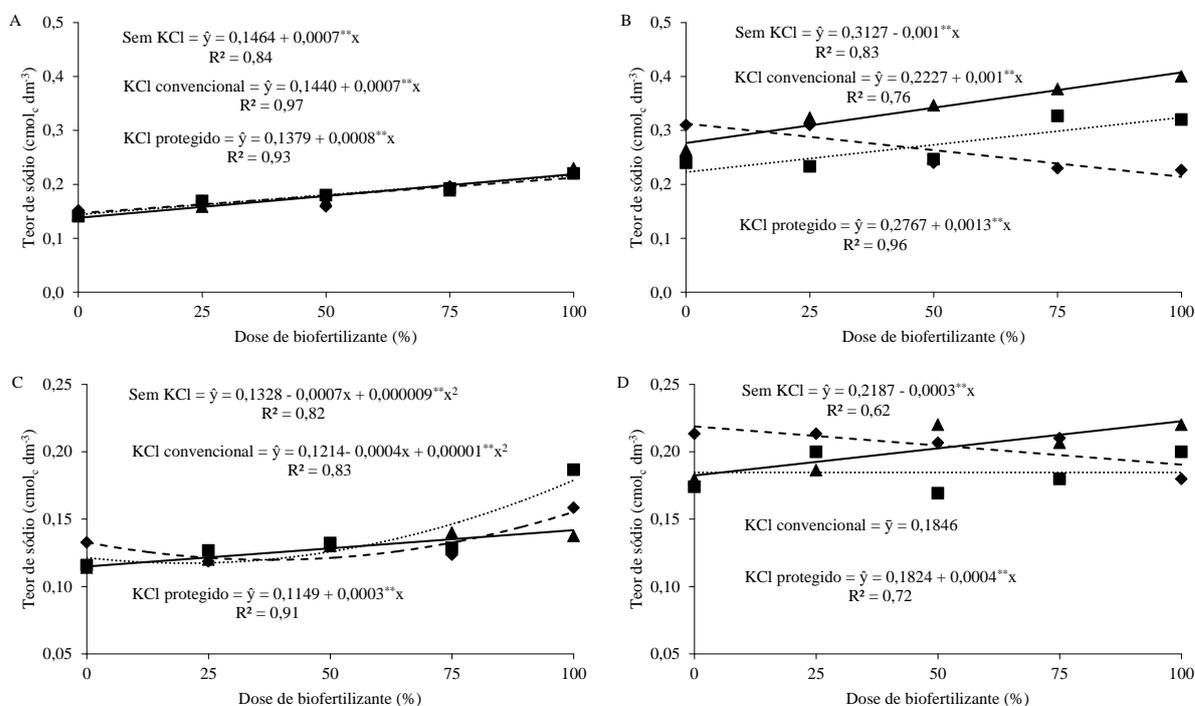


Figura 12. Teores de sódio no solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

A interação água × potássio × biofertilizante exerceu influência significativa em ambas as camadas nos teores de acidez potencial do solo e na saturação por bases (Tabela 8). A soma de bases na camada de 0-20 cm foi influenciada pela interação potássio × biofertilizante, não sendo verificado efeito significativo para nenhuma fonte de variação na

camada de 21-40 cm. Naquela mesma profundidade, os valores da capacidade de troca catiônica foram influenciados pelas interações água × potássio e potássio × biofertilizante. Na camada de 21-40 cm houve apenas o efeito isolado dos tipos de potássio (Tabela 8).

Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes a acidez potencial do solo (APS), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) na camada de 0-20 e 21-40 cm no solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	APS		SB		CTC		V	
		0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	2	0,5211 ^{ns}	0,0199 ^{ns}	0,1475 ^{**}	0,2951 ^{ns}	0,1749 ^{ns}	0,3204 ^{ns}	228,9125 ^{ns}	12,4894 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	5,2176 [*]	1,7222 [*]	0,0044 [*]	0,8940 ^{ns}	4,9000 [*]	0,1368 ^{ns}	1729,1373 [*]	1208,6070 [*]
Resíduo a	2	0,0668	0,0716	0,0001	0,2372	0,0705	0,1474	23,5937	56,4415
Fonte de potássio (K)	2	0,2327 [*]	0,9731 ^{**}	0,0771 ^{ns}	0,1797 ^{ns}	0,3162 ^{ns}	1,5915 [*]	65,0001 ^{ns}	621,3629 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	0,1122 ^{ns}	0,0838 ^{ns}	0,2404 ^{**}	0,3466 ^{ns}	0,3997 [*]	0,4652 ^{ns}	62,9740 [*]	56,4504 ^{ns}
A × K	2	0,3174 [*]	0,4014 ^{**}	0,0489 ^{ns}	1,2377 ^{ns}	0,1593 ^{ns}	0,4483 ^{ns}	115,1713 ^{**}	329,6665 ^{**}
A × B	4	0,4584 ^{**}	0,0305 ^{ns}	0,1277 ^{ns}	0,5379 ^{ns}	0,8483 ^{**}	0,3542 ^{ns}	127,4619 ^{**}	38,6668 ^{ns}
K × B	8	0,4852 ^{**}	0,2544 ^{**}	0,2113 ^{**}	0,5673 ^{ns}	0,5703 ^{**}	0,6917 ^{ns}	184,4697 ^{**}	165,9561 ^{**}
A × K × B	8	0,1661 [*]	0,1177 ^{**}	0,0758 ^{ns}	0,4775 ^{ns}	0,2212 ^{ns}	0,3507 ^{ns}	67,8223 ^{**}	74,9058 [*]
Resíduo b	56	0,0732	0,0363	0,0512	0,4024	0,1324	0,4052	22,7045	26,5566
Total	89								
CVa (%)		20,68	36,21	0,50	20,06	6,60	12,13	6,97	9,77
CVb (%)		21,64	25,78	8,16	26,12	9,05	20,10	6,83	6,70

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

Na camada de 0-20 cm, nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade, em ambos os tipos de potássio, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com médias de 1,70, 1,37 e 1,38 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, no solo sem adubação potássica, adubado com KCl convencional e KCl protegido, respectivamente (Figura 13A). Na mesma profundidade as doses de biofertilizante elevaram os teores médios da acidez potencial do solo (Figura 13B).

Os dados referentes aos teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ na camada subsuperficial, no solo irrigado com água não salina sob adubação com KCl protegido, também não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 13C). Por outro lado, a acidez potencial do mesmo tratamento irrigado com água salina (Figura 13D), foi reduzido ao nível de 0,0033 por aumento unitário da dose do insumo natural.

Gondim (2010) estudando a aplicação de insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica verificou que os dados da acidez potencial dos tratamentos irrigados com água não salina não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A

elevação da acidez potencial do solo com aplicação do insumo orgânico não é comum na literatura, devido o insumo formar complexos orgânicos e reter bases trocáveis, isso, em geral, contribui para a redução da acidez potencial do solo (Gondim, 2010; Galbiatti et al., 2011), como ocorreu na camada de 21-40 cm nos tratamentos irrigados com água salina adubados com KCl protegido (Figura 13D).

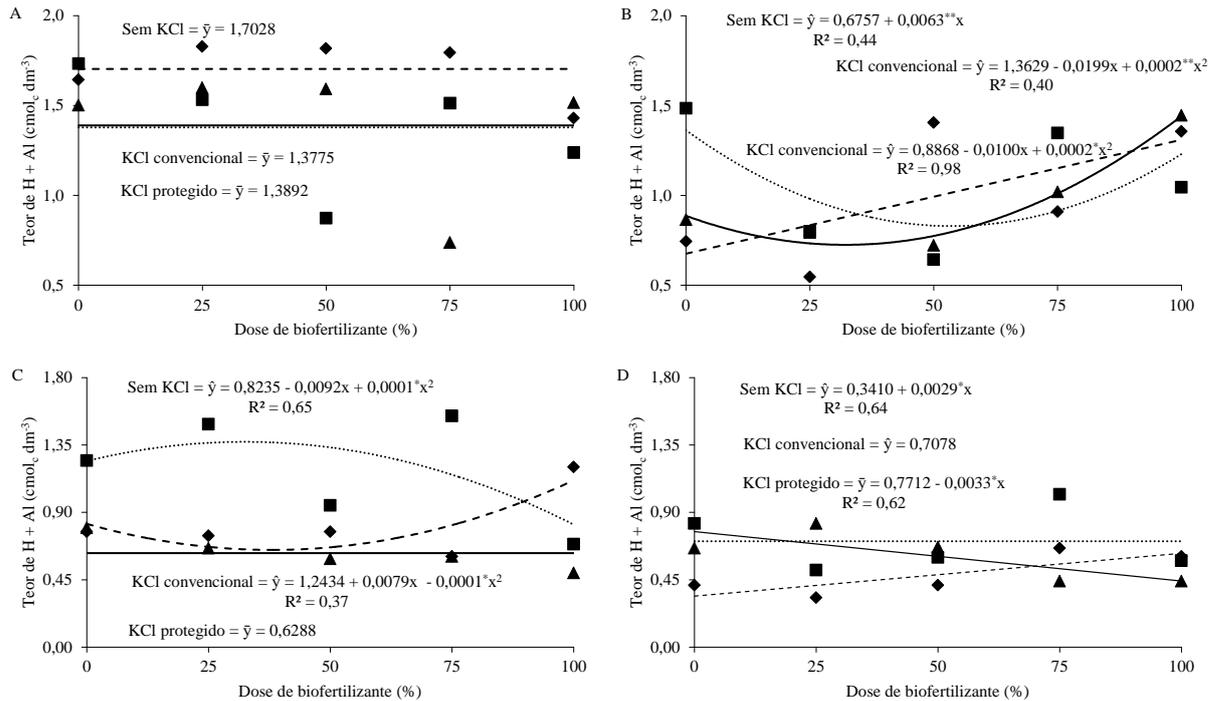


Figura 13. Acidez potencial do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (C, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

A soma de bases do solo na camada de 0-20 cm foi superior nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 14A). A água de condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ provocou incremento de apenas 0,5% em relação aos valores médios dos tratamentos irrigados com água não salina (Figura 14A). Os maiores teores de sódio nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 12) contribuíram para elevar a soma de bases do solo.

O aumento das doses de biofertilizante elevou a soma de bases dos tratamentos com adubação potássica, com superioridade no solo com cloreto de potássio convencional, obtendo valor máximo de 3,05 cmol_c dm⁻³ no solo que recebeu 15 L m⁻² de biofertilizante (Figura 14B). No solo sem potássio, o teor médio foi de 2,76 e no solo adubado com KCl revestido

com polímeros o teor foi de $3,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na maior dose do insumo orgânico (Figura 14B). A aplicação mensal de cloreto de potássio ao solo juntamente com a composição química do insumo orgânico (Tabela 5) elevou os teores a soma de bases do solo, conforme concluíram também Rodrigues et al. (2009), Gondim (2010) e Dias (2011).

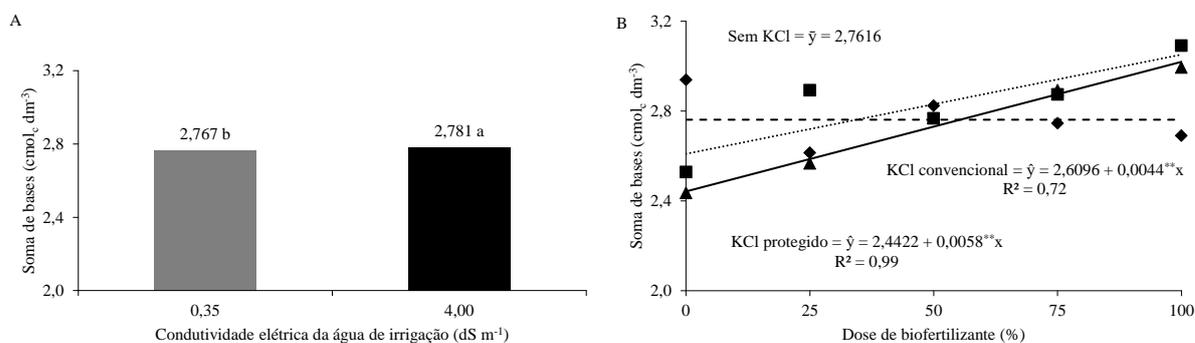


Figura 14. Soma de bases do solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$) e salina ($4,00 \text{ dS m}^{-1}$) [A] e em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—) [B].

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Independente do tipo de potássio, os valores da capacidade de troca catiônica do solo, na camada de 0-20 cm, foram superiores nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade (Figura 15 A). Ao relacionar os valores de 4,43, 4,25 e 4,10 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com 3,79, 3,86 e 3,72 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, constata-se que a salinidade da água de irrigação reduziu em 16,9, 10,1 e 10,2 % a capacidade de troca catiônica do solo dos tratamentos sem adubação e adubados com KCl convencional e de liberação lenta, respectivamente (Figura 15A).

O revestimento do cloreto de potássio juntamente com a aplicação de biofertilizante promoveram elevação dos teores de CTC do solo até o valor máximo estimado de $4,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 15B). Apesar da significância estatística nos tratamentos sem adubação potássica, os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valor médio de $4,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 15B). Segundo Rodrigues et al. (2009) a aplicação de esterco líquido fermentado promove melhoria na CTC do solo devido à elevação dos teores de cálcio, magnésio e potássio, conforme constatado por Freire (2011) e Dias (2011).

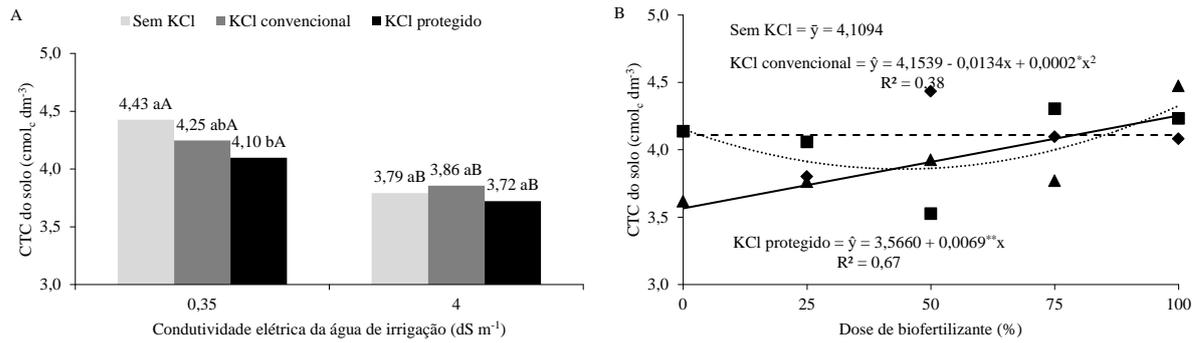


Figura 15. Capacidade de troca catiônica do solo, na camada de 0-20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A], e em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—)[B].

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na profundidade de 0-20 cm, a capacidade de troca catiônica foi influenciada apenas pelo efeito isolado da aplicação de potássio (Figura 16). O menor teor de CTC corresponde aos tratamentos sem adubação (2,99 cmol_c dm⁻³) e o maior valor no solo com cloreto de potássio convencional (3,43 cmol_c dm⁻³). Pelo coeficiente entre os valores, verifica-se que a CTC do solo com KCl convencional superou em 14,7% a do solo sem adubação potássica. Essa supremacia deve ser atribuída a adubação mensal com KCl, elevando os teores do elemento no solo (Figura 9), que interfere diretamente no cálculo da CTC, cujas variáveis envolvidas são potássio, cálcio, magnésio, sódio e H⁺+Al³⁺ (Lopes & Alvarez V., 1999).

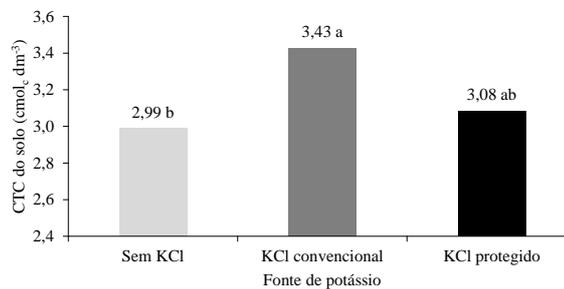


Figura 16. Capacidade de troca catiônica do solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função dos tipos de cloreto de potássio. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A saturação por bases na camada de 0-20 cm de profundidade foi elevada com a aplicação de biofertilizante bovino ao solo nos tratamentos adubados com cloreto de potássio convencional e de liberação lenta (Figura 17 A, 17B). Nos tratamentos com água não salina o valor médio de saturação por bases no solo não adubado foi de 61,55%. A maior dose de biofertilizante elevou linearmente os valores de saturação por bases até 71,97 e 72,45% no solo adubado com cloreto de potássio convencional e protegido com polímeros (Figura 17A). A saturação por bases dos tratamentos irrigados com água salina foi reduzida com o aumento das doses de biofertilizante bovino, e nos tratamentos com KCl convencional e protegido, os maiores valores de 78,29 e 78,48% foram registrados nas doses de 61,5 e 38,9%, respectivamente (Figura 17B). A elevação nos valores da saturação por bases (V%) nos tratamentos irrigados com água salina também foi registrada por Dias (2011), e ocorre devido ao desequilíbrio químico e pela substituição dos cátions potássio, cálcio e magnésio adsorvido na micela por sódio trocável (Novais et al., 2007).

Na camada de 21-40 cm irrigado com água de baixa condutividade elétrica, os valores de saturação por bases do solo foram superiores nos tratamentos com cloreto de potássio protegido com polímeros orgânicos (Figura 17C). Semelhantemente ao registrado na camada de 0-20 cm, as doses de biofertilizante elevaram os valores de saturação por bases do solo adubado com KCl revestido e comprometeram nos tratamentos sem adubação irrigados com água de salinidade elevada (Figura 17D). A elevação da saturação por bases nos tratamentos com biofertilizante e com KCl revestido é atribuída a composição química do insumo utilizado (Tabela 5) que contribuiu para elevar a soma de bases, melhorando as propriedades químicas do solo (Dias et al., 2015).

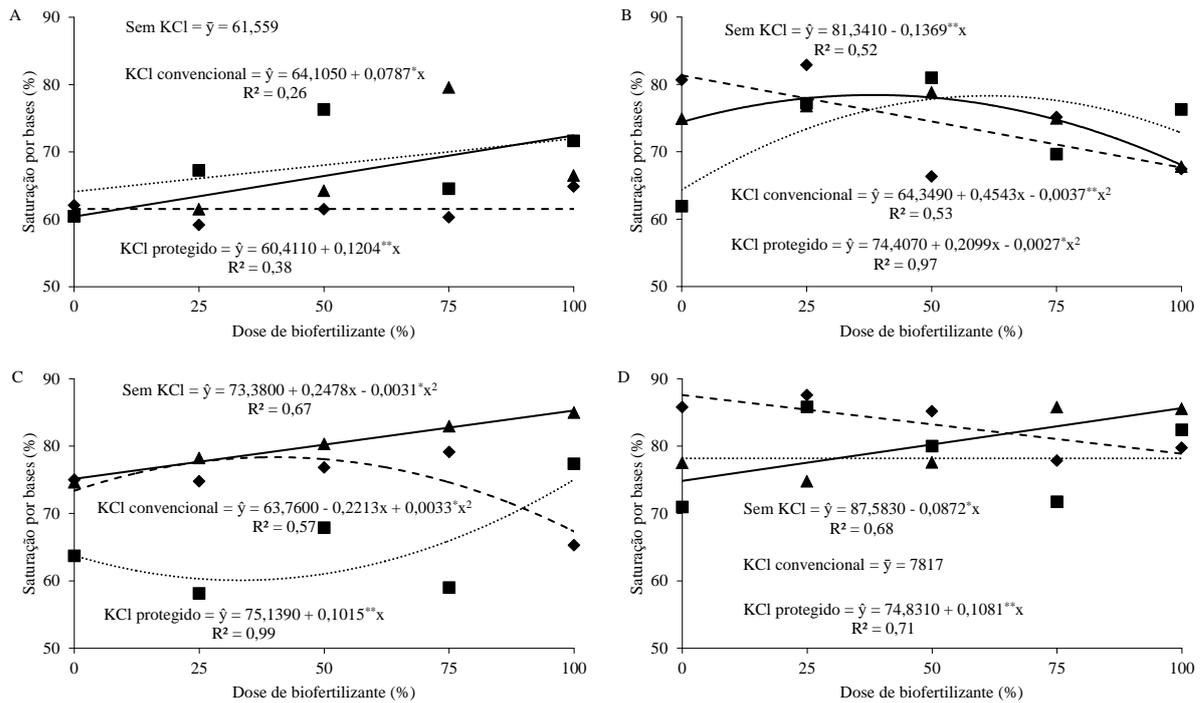


Figura 17. Porcentagem de saturação por bases do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (B, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

Conforme a Tabela 9, a interação entre a salinidade da água, adubação potássica e biofertilizante exerceram efeitos significativos na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo em ambas as profundidades e na porcentagem de sódio trocável (PST) referente a camada de 0-20 cm. As interações água × potássio e potássio × biofertilizante exerceram influência na PST do solo da faixa subsuperficial (Tabela 9).

Tabela 9. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	CEes			PST	
	G.L	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	2	0,0891 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	0,8410 ^{ns}	0,2287 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	137,4679 ^{**}	115,2602 ^{**}	288,1542 ^{**}	122,1269 ^{**}
Resíduo a	2	0,0451	0,0571	0,3289	0,6412
Fonte de potássio (K)	2	2,6719 ^{**}	0,7983 ^{**}	12,8773 ^{**}	5,3373 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	4,9841 ^{**}	2,0504 ^{**}	2,8380 ^{**}	1,7177 [*]
A × K	2	0,2605 [*]	0,1095 [*]	9,5047 ^{**}	5,5199 ^{**}
A × B	4	0,1938 [*]	0,6043 ^{**}	4,9083 ^{**}	1,3542 ^{ns}
K × B	8	0,1442 ^{ns}	0,0691 ^{**}	3,6241 ^{**}	1,8979 ^{**}
A × K × B	8	0,2500 ^{**}	0,0743 ^{**}	3,1010 ^{**}	1,0871 ^{ns}
Resíduo b	56	0,0736	0,0228	0,6069	0,5494
Total	89				
CVa (%)		4,77	6,54	9,49	14,92
CVb (%)		6,09	4,14	12,90	13,81

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

No início da floração das plantas, a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo em ambas as camadas estudadas foram superiores nos tratamentos irrigados com água salina, independente da ausência ou presença da adubação potássica (Figura 18). O aumento das doses de biofertilizante elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação de ambas profundidades com superioridade estatística nos tratamentos que receberam adubação potássica.

Na camada superficial, as CEes foram de 3,24, 3,89 e 4,17 dS m⁻¹ e 6,20, 6,67 e 6,44 dS m⁻¹, nos tratamentos irrigados com água de baixa (Figura 18A) e alta salinidade (Figura 18B), sem adubação, adubado com KCl convencional e protegido com polímeros orgânicos, respectivamente. Apesar da irrigação com água de boa qualidade, o solo adubado com fertilizante protegido elevou a condição do solo na camada de 0-20 cm de não salino para salino (Richards, 1954). Na camada subsuperficial (21-40 cm), a irrigação com água de condutividade elétrica 0,35 dS m⁻¹ não elevou CEes do solo para valores acima de 4,0 dS m⁻¹ (Figura 18C), mas a irrigação com água de alta salinidade (4,00 dS m⁻¹) elevou o caráter do solo de ambas as profundidades para salino (Figura 18 B, 18D).

A elevação da salinidade do solo (CEes) é resposta da ação conjunta das irrigações, da elevada condutividade elétrica do biofertilizante (Tabela 4), do índice salino do cloreto de potássio, que é de 116 e da ureia 75 (Murray & Clapp, 2004), conforme constatado também

por Dias (2011) em solo cultivado com maracujazeiro amarelo sob irrigação com água salina e por Lima Neto et al. (2015) em mudas de tamarindo (*Tamarindus indica*) no solo com biofertilizante bovino e irrigação com águas salinas .

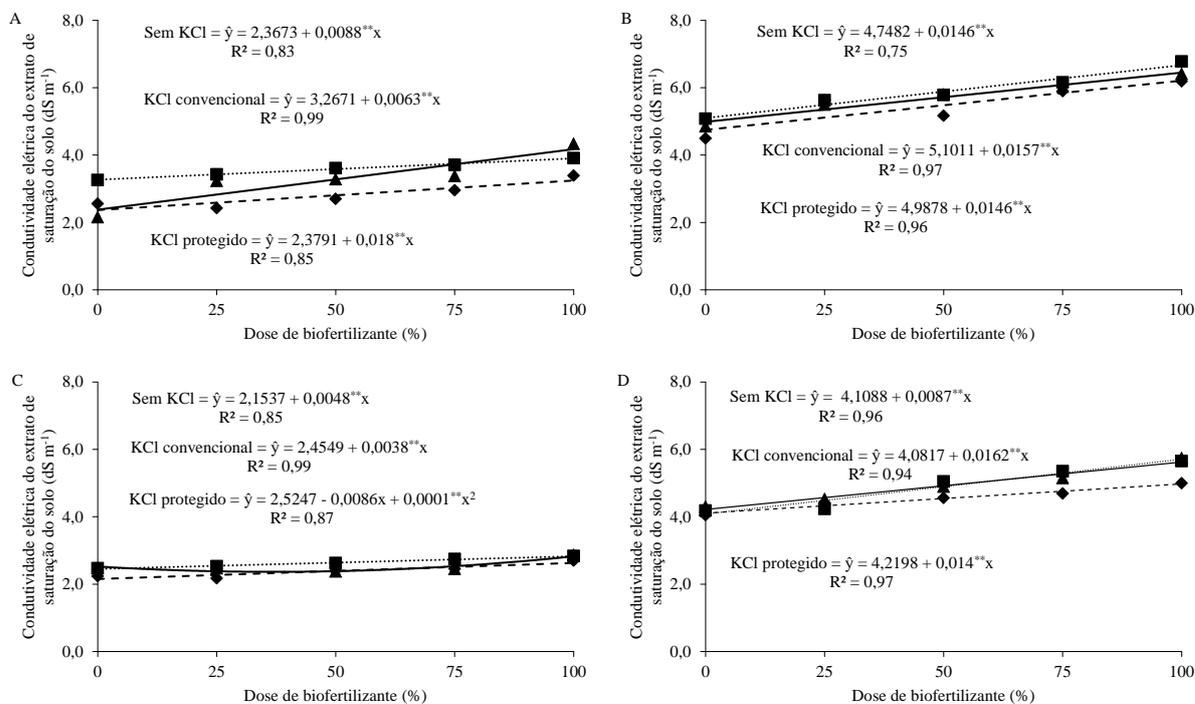


Figura 18. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 0-20 cm (A, B) e 21-40 cm (B, D), cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (---) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

De forma semelhante à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, a percentagem de saturação de sódio trocável na camada superficial foi superior no solo irrigado com água salina (Figura 19). No solo irrigado com água não salina, as doses do insumo elevaram linearmente os valores de PST, com superioridade para o solo com fertilizante revestido, com valor máximo de 5,17% (Figura 19A). Comportamento inverso foi registrado nos tratamentos sem adubação irrigado com água salina, que na maior dose de biofertilizante o valor foi de 5,38%. Nos tratamentos com KCl revestido o maior valor foi de 10,24% na dose de biofertilizante estimada de 59,35% (Figura 19B). Apesar da elevação da PST do solo com as fontes de variação testadas, o solo não apresenta riscos de sodicidade, uma vez que a PST em todos os tratamentos foi inferior a 15% (Richards, 1954).

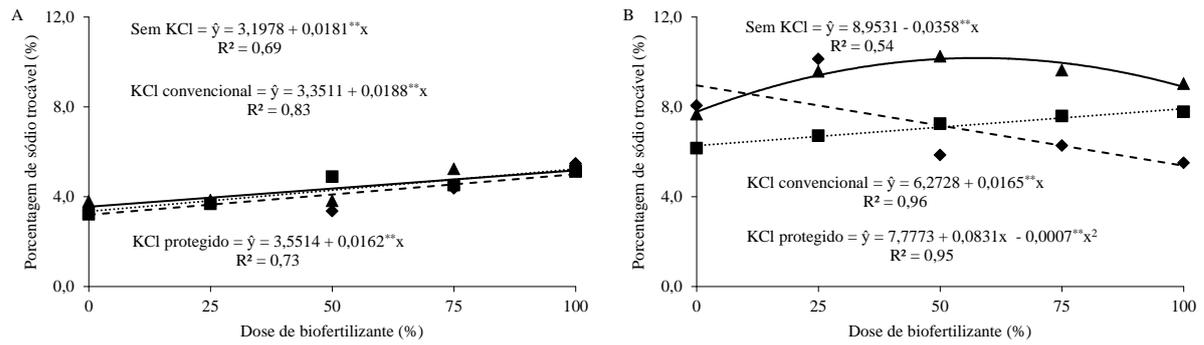


Figura 19. Percentagem de saturação do solo, na camada de 0 - 20 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).

A percentagem de saturação do solo irrigado com a água não salina, na camada subsuperficial, não diferiu entre o solo sem e com qualquer tipo cloreto de potássio. Nos tratamentos irrigados com água de salinidade elevada, os valores foram superiores no solo sem adubação e com cloreto de potássio protegido. Ao relacionar os valores referentes ao solo com ambos os tipos de potássio irrigado com água de baixa e alta salinidade, constata-se que a água salina elevou em 70,8, 32,1 e 63,7% os valores de PST do solo em relação à irrigação com não salina (Figura 20A). A ausência de adubação potássica promoveu valores médios da PST de 5,75%, e a adubação potássica associada ao biofertilizante elevaram a percentagem de sódio trocável do solo (Figura 20B). Os aumentos estão compatíveis com Costa et al. (2008) e Freire (2011) ao constatarem que a salinidade da água de irrigação eleva a porcentagem de sódio trocável do solo.

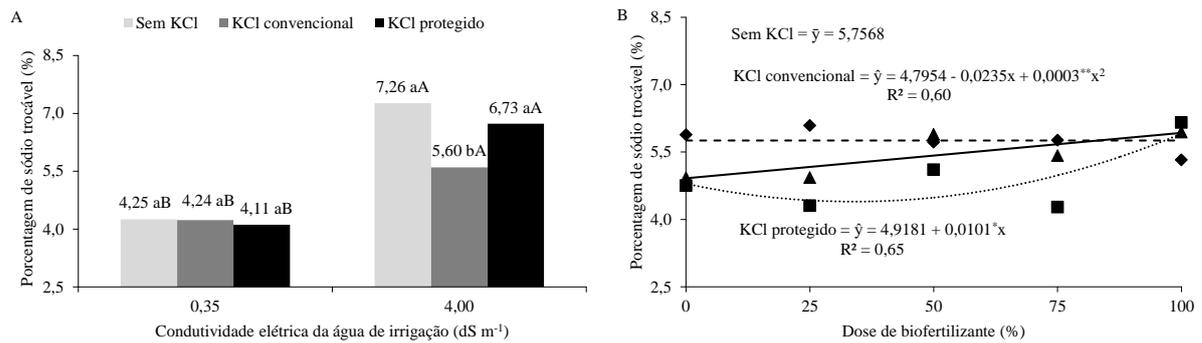


Figura 20. Percentagem de saturação do solo, na camada de 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo com diferentes tipos de cloreto de potássio [A], em função de doses de biofertilizante sob adubação com diferentes tipos de cloreto de potássio no solo [B]. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

3.2 Salinidade no Final do Período Seco e do Período Chuvoso

Pelos resumos das análises de variância, com base no teste F (Tabela 10) a interação água × potássio × biofertilizante × época de amostragem exerceu efeito significativo na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo em ambas as camadas avaliadas, mas não interferiu nos valores de pH. O pH do solo na camada superficial foi influenciado pelo interação água × potássio × época de avaliação e pelo efeito isolado das doses de biofertilizante bovino e na profundidade de 21-40 cm, os valores de pH foram influenciados pelo efeito da época de avaliação e da interação água × potássio × biofertilizante. Constata-se também que a única interação que exerceu efeitos significativos em ambas as variáveis nas duas profundidades do solo foi potássio × épocas de amostragem.

Tabela 10. Valores de F calculado referentes ao pH e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) na camada e 0-20 e 21-40 cm de profundidade

Fonte de Variação	pH			CEes	
	GL	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	2	10,07 ^{ns}	97,65 [*]	0,37 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	15,73	1361,19 ^{**}	4156,07 ^{**}	1606,87 ^{**}
Resíduo a	2				
Fonte de potássio (K)	2	11,82 ^{**}	0,53 ^{ns}	3,91 [*]	7,08 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	3,17 [*]	1,60 ^{ns}	151,51 ^{**}	107,54 ^{**}
A × K	2	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}	13,78 ^{**}	0,99 ^{ns}
A × B	4	1,36 ^{ns}	1,65 ^{ns}	2,98 [*]	10,76 ^{**}
K × B	8	1,32 ^{ns}	3,62 ^{**}	6,47 ^{**}	6,94 ^{**}
A × K × B	8	0,82 ^{ns}	2,33 [*]	5,79 ^{**}	13,79 ^{**}
Resíduo b	56				
Época (E)	1	211,37 ^{**}	404,77 ^{**}	10005,30 ^{**}	9700,47 ^{**}
A × E	1	2,50 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1905,66 ^{**}	2794,87 ^{**}
K × E	2	3,77 [*]	3,29 [*]	3,76 [*]	18,16 ^{**}
B × E	4	1,42 ^{ns}	1,47 ^{ns}	64,73 ^{**}	29,30 ^{**}
A × K × E	2	3,50 [*]	0,12 ^{ns}	4,83 [*]	11,33 ^{**}
A × B × E	4	0,59 ^{ns}	0,91 ^{ns}	5,89 ^{**}	18,10 ^{**}
K × B × E	8	1,28 ^{ns}	1,68 ^{ns}	2,60 [*]	7,21 ^{**}
A × K × B × E	8	1,44 ^{ns}	1,12 ^{ns}	6,00 ^{**}	13,86 ^{**}
Resíduo c	60				
Total	179				

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

O pH do extrato de saturação do solo foi reduzido com o aumento das doses de biofertilizante aplicadas (Figura 21A). Ao relacionar os valores de 5,92 com 5,71, nos tratamentos sem biofertilizante e com a maior dose do insumo, percebe-se um declínio de 3,7 % (Figura 21A). A redução do pH provocada pela aplicação de biofertilizante, deve ser resposta da produção de ácidos orgânicos, açúcares, carboidratos e outros solutos presente nos insumo, associado à baixa capacidade de retenção de cátions do solo de textura arenosa, que apresenta menor resistência a modificação química (Pessoa, 2009; Dias, 2011). A aplicação mensal de ureia pode contribuir para diminuição do pH do solo pela liberação de H⁺ no processo de nitrificação (Pires et al., 2008).

Os maiores valores de pH do extrato de saturação do solo, sob qualquer nível de salinidade da água de irrigação foram registrados no final do período seco, independente da ausência ou presença de adubação potássica (Figura 21B). Verifica-se que apenas no final do período seco, o solo irrigado com água não salina, houve diferença estatística nos valores de pH entre os tipos de potássio, com superioridade no solo adubado com fertilizante revestido (6,3) e sem adubação potássica (6,2), mas sem diferirem do solo com KCl revestido com polímeros orgânicos. A superioridade no final do período seco evidencia o incremento de íons

transportados ao solo pelas irrigações e a inferioridade no final do período chuvoso pela solubilização e lixiviação proporcionada pela precipitação ocorrida durante o período das águas (Tabela 1).

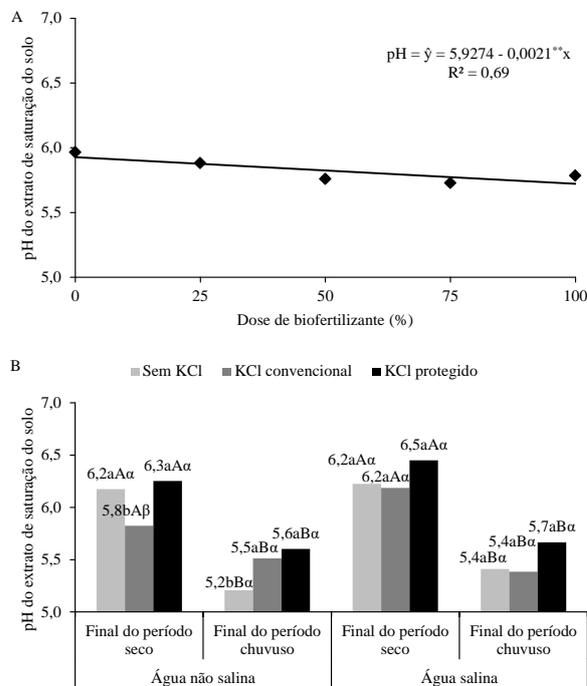


Figura 21. Valores do pH do extrato de saturação na camada de 0-20 cm de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante (A) no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido irrigado com água não salina e salina, no final do período seco e chuvoso (B).

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e da época de avaliação dentro da fonte de potássio, maiúscula nas mesmas condições de salinidade da água e da fonte de potássio nos diferentes períodos de avaliação, e mesma letra grega entre diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de potássio e época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

No final do período seco ou árido, o pH do extrato de saturação do solo na camada de 21-40 cm estava mais elevado em relação ao período chuvoso. Ao relacionar os valores de 6,67 e 5,50 entre o período seco e chuvoso, respectivamente, constata-se que durante o período das águas os valores de pH foram reduzidos em 21,3% (Figura 22A).

Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade, no solo com cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos, o maior valor de pH foi obtido na dose de biofertilizante de 36,5% (Figura 22B). Independente da adubação potássica, os valores de pH do solo foram superiores nos tratamentos irrigados com água de maior salinidade, e os valores foram de 6,29, 6,27 e 6,34 entre os tratamentos sem e com cloreto de potássio convencional e revestido, respectivamente (Figura 22 C).

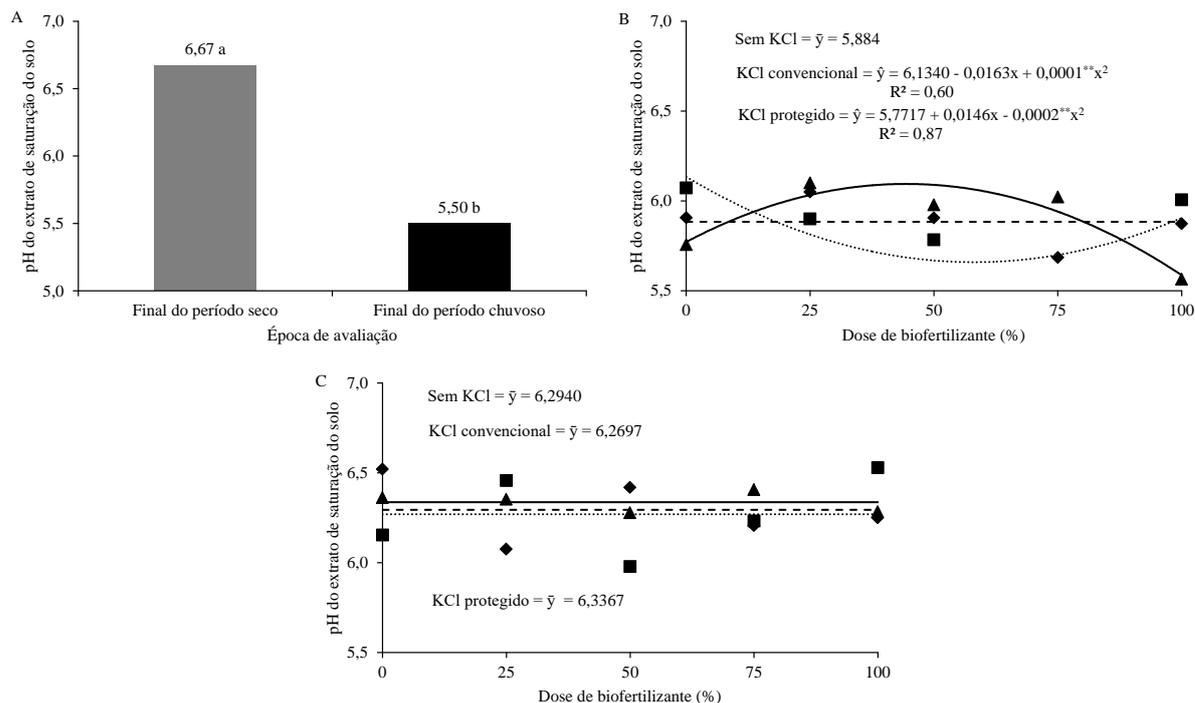


Figura 22. pH do extrato de saturação do solo na camada de 21-40 cm, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função época de avaliação (A), com doses de biofertilizante no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido irrigado com água não salina (B) e salina (C).

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

A elevação do pH no final do período seco é função da adição de sais e ambas as águas (Tabela 4), mas principalmente nos tratamentos irrigados com água de maior salinidade (Tabela 4). Segundo Campos et al. (2009), a composição química do biofertilizante e seu alto de pH (Tabela 4) também influencia nos valores do pH do extrato de saturação do solo. Para Miranda et al. (2011) o uso de insumos orgânicos libera CO_2 e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, elevando o pH do extrato de saturação do solo.

A condutividade elétrica do extrato de saturação, que expressa a concentração total de sais dissolvidos na solução do solo (Richards, 1954; Ayers & Westcot, 1999), de ambas as profundidade do solo, foi superior no final do período seco irrigado com água salina (Figura 23A, 23B, 23E, 23F). Essa supremacia é decorrente da composição química da água de irrigação (Tabela 4) aplicada ao solo no período da aridez (Tabela 1). A textura do solo favoreceu a lixiviação dos sais promovida pelas precipitações pluviométricas (Figura 23C, 23D, 23G, 23H). A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo de ambas as camadas foram reduzidos para valores abaixo de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e, com efeito, reduzindo o caráter salino do solo, de valores acima de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ para não salino (Richards, 1954).

Ao comparar os valores de 6,11 e 8,98 dS m⁻¹ no solo com cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos, no final da estação seca, na maior dose de biofertilizante, irrigado com água não salina e salina, com o valor inicial de 0,43 dS m⁻¹ da camada de 0-20 cm, antes de iniciar o experimento, constatou-se que mesmo sob irrigação com água de baixa condutividade elétrica, o caráter salino do solo foi elevado de não salino (CEes <2,0 dS m⁻¹) para salino, com CEes ≥ 4,00 dS m⁻¹ (Richards, 1954). Ao relacionar os valores, verifica-se que a CEes do solo na maior dose de biofertilizante irrigado com água não salina e salina foi elevada em 1.320,9 e 1.988,4%, do início para o final do período da aridez, em relação aos valores iniciais do solo (Tabela 1).

Na profundidade de 21-40 cm, no solo irrigado com água de baixa salinidade no final da estação seca, o aumento da dose de biofertilizante bovino juntamente com o cloreto de potássio convencional, elevou a CEes do solo para valores superiores a 4,0 dS m⁻¹, e a irrigação com água salina elevou a salinidade para valores de CEes acima de 5,5 dS m⁻¹ (Figura 23E e 23F). Para Rhoades et al. (2000) o uso de água salina incrementa sais ao solo, principalmente nas regiões semiáridas, onde a taxa evaporativa é elevada e promove acúmulo de sais na zona radicular das plantas (Dias, 2011).

O aumento das doses de biofertilizante elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, independente da ausência ou presença da adubação com cloreto de potássio. Situação semelhante foi verificada por Mesquita et al. (2012), Diniz et al. (2013) e Lima Neto et al. (2015) ao estudarem os efeitos da salinidade da água de irrigação e do biofertilizante bovino na salinidade do solo durante a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), nim (*Azadirachta indica*) e tamarindo (*Tamarindus indicus*) e registrarem incrementos nos teores de cátions e ânions solúveis, refletindo-se em maior condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

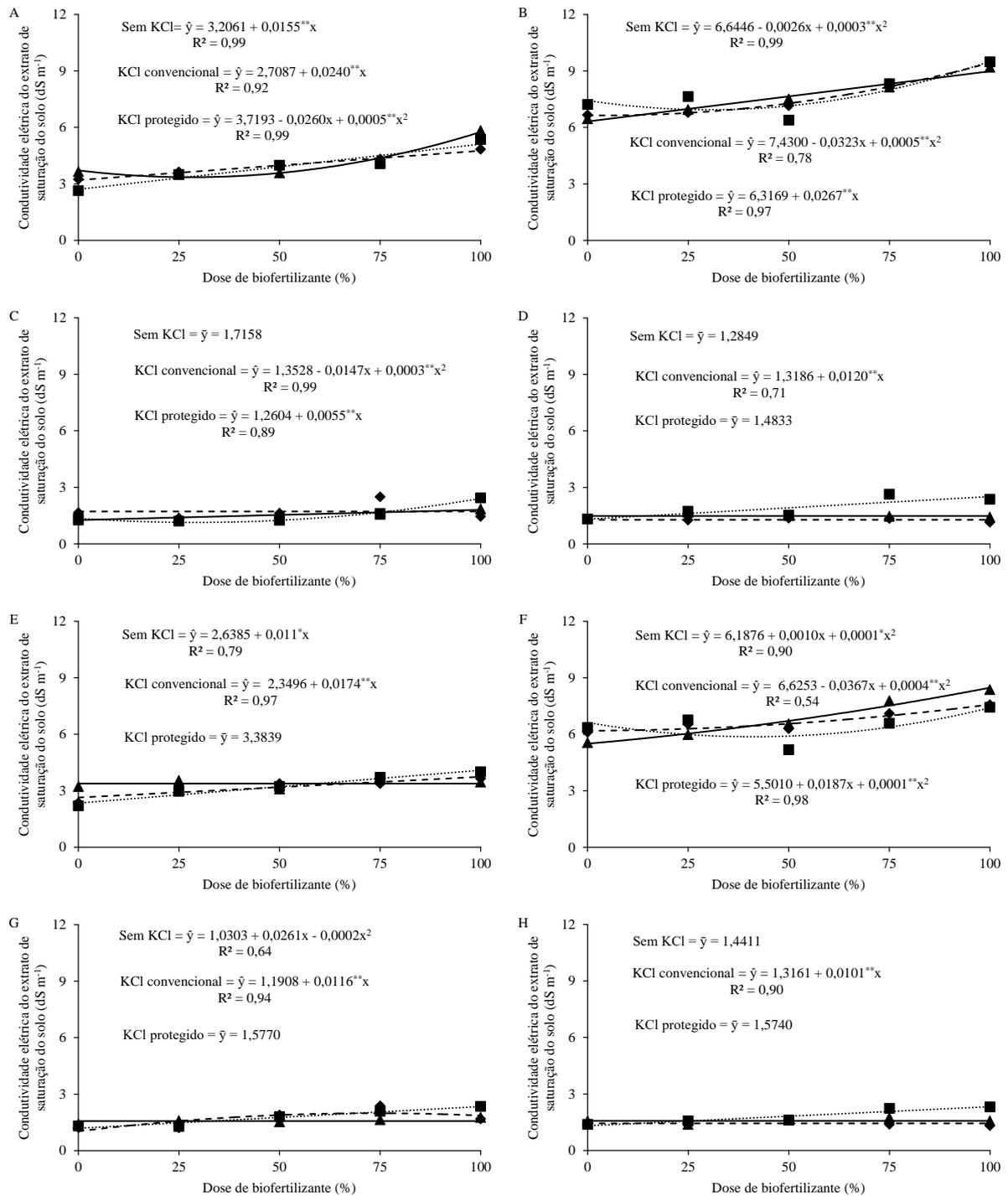


Figura 23. Condutividade elétrica do extrato de saturação na camada de 0-20 cm (A, B, C, D) e 21-40 cm (E, F, G, H) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E, G) e salina (B, D, F, H) no final do período seco (A, B, E, F) e chuvoso (C, D, G, H).

3.3 Umidade e Temperatura do Solo

Conforme a Tabela 11, a interação água × potássio × biofertilizante exerceu efeitos significativos sobre a umidade na superfície e nas profundidades de 15 e 30 cm do solo. A temperatura na superfície do solo não foi influenciada por nenhuma interação entre as fontes de variação estudada, mas em ambas as camadas sofreu influência da salinidade da água de irrigação.

Tabela 11. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à temperatura e umidade volumétrica do solo, na superfície e nas profundidades 15 e 30 cm, 24 horas após a irrigação, cultivado com maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	Umidade			Temperatura		
		Superfície	15 cm	30 cm	Superfície	15 cm	30 cm
Bloco	2	0,3193 ^{ns}	0,0225 ^{ns}	0,0232 ^{ns}	24,6547 ^{ns}	0,8670 ^{**}	11,7813 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	0,1307 ^{ns}	31,0816 [*]	73,2784 [*]	14,8027 ^{ns}	77,2840 ^{**}	65,5360 ^{**}
Resíduo a	2	0,6092	0,6239	1,4630	17,7941	0,0030	0,6453
Fonte de potássio (K)	2	0,0274 ^{ns}	7,2811 ^{**}	13,5811 ^{**}	1,02744 ^{ns}	1,8970 ^{ns}	6,6790 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	165,7239 ^{**}	174,9295 ^{**}	234,5984 ^{**}	4,8986 ^{ns}	2,6340 ^{ns}	4,4835 ^{ns}
A × K	2	4,6296 ^{**}	0,5580 ^{ns}	4,8833 ^{**}	3,0547 ^{ns}	2,5690 ^{ns}	4,2610 ^{ns}
A × B	4	0,6532 ^{ns}	9,6235 ^{**}	6,3712 ^{**}	9,5419 ^{ns}	2,8590 ^{ns}	4,0935 ^{ns}
K × B	8	2,3707 ^{**}	3,1860 ^{**}	8,9029 ^{**}	1,7928 ^{ns}	8,7157 ^{ns}	4,7040 ^{ns}
A × K × B	8	2,2265 ^{**}	4,2474 ^{**}	6,8987 ^{**}	2,7576 ^{ns}	9,5002 ^{ns}	12,5310 ^{ns}
Resíduo b	56	0,6654	0,5808	0,6021	5,8090	7,4057	5,9490
Total	89						
CVa (%)		6,93	6,47	9,57	15,21	0,19	2,65
CVb (%)		7,24	6,24	6,14	8,69	9,35	8,05

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

A adição de biofertilizante ao solo, independentemente da profundidade estudada e dos tipos de potássio, elevou a umidade do solo (Figura 24). Nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade, os teores de umidade na maior dose do insumo orgânico, foram de 14,33, 15,51 e 15,71% na camada superficial (Figura 24A), 12,14, 15,38 e 15,51% aos 15 cm de profundidade (Figura 24C) e 17,46, 18,34 e 14,67% a 30 cm (Figura 24E) no solo sem, com cloreto de potássio convencional e protegido, respectivamente. Nos tratamentos irrigados com água mais salina, na maior dose do insumo natural, os teores de umidade foram de 15,52, 14,44 e 15,72 % na superfície do solo (Figura 24 B), 17,37, 18,96 e 17,02% aos 15 cm (Figura 24D) e 14,89, 20,01 e 16,90% aos 30 cm de profundidade (Figura 24F), nos tratamentos sem, com KCl convencional e protegido com polímeros orgânicos, respectivamente.

Aos comparar os valores de umidade na camada subsuperficial no solo com tipos de potássio irrigado com água não salina (Figura 24C e 24D) e salina (Figura 24E e 24F), constata-se superioridade numérica nos valores de umidade do solo dos tratamentos irrigados com água de condutividade elétrica mais elevada. Essa maior umidade está relacionada à lâmina de lixiviação de sais (Ayers & Westcot, 1999; Cavalcante et al., 2010) aplicada nos tratamentos irrigados com água salina. A tendência de superioridade na umidade nos tratamentos com biofertilizante bovino deve-se a formação de uma camada na superfície do solo (Figura 3C), que funciona como cobertura para proteger o solo da incidência direta dos raios solares (Dias, 2011; Lima Neto, 2013), diminuindo a intensidade das perdas hídricas por evaporação (Nunes et al., 2014).

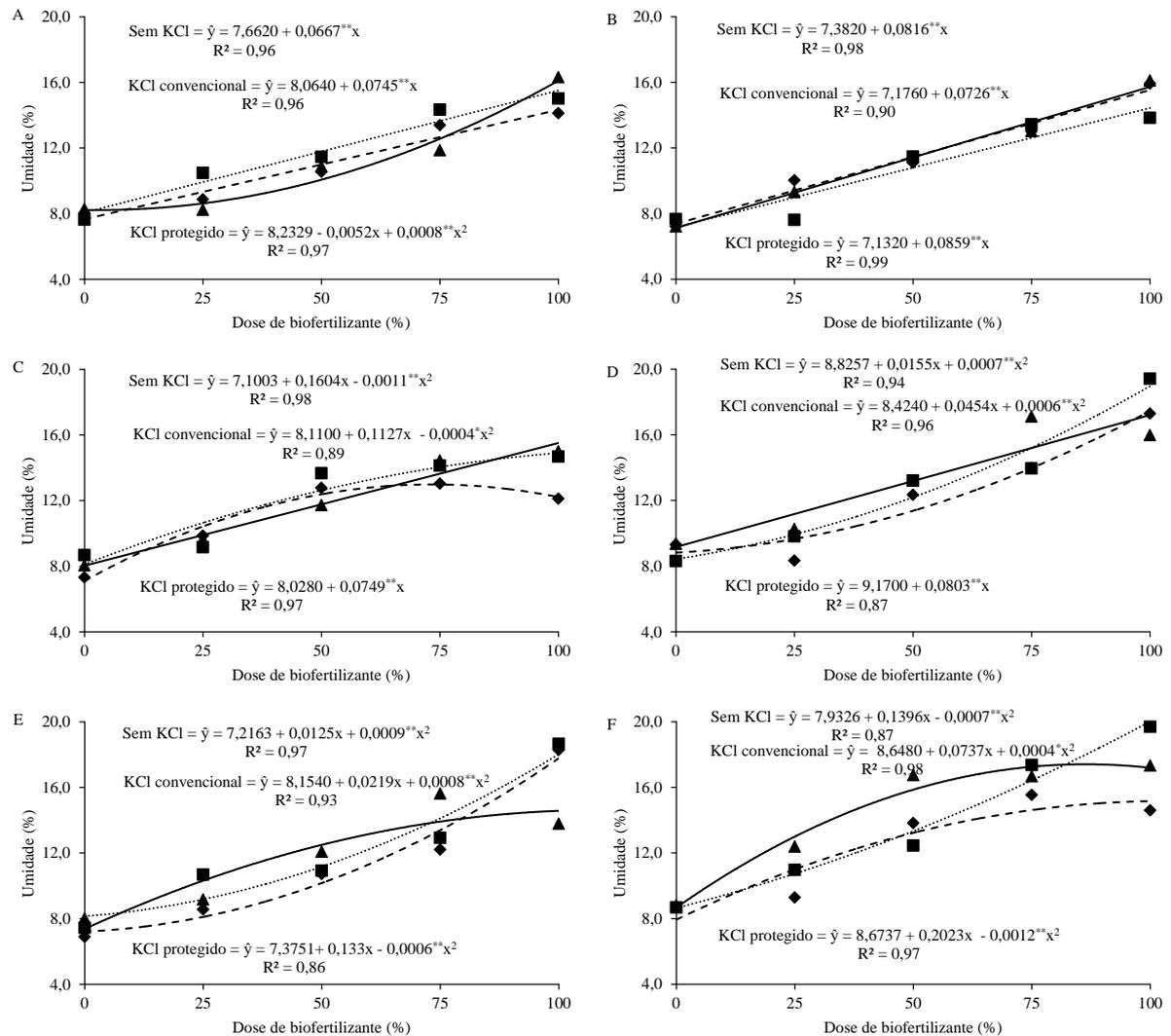


Figura 24. Umidade volumétrica na camada superficial (A, B), aos 15 cm (C, D) e 30 cm (E, F) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (---) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).

A maior condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a temperatura do solo na camada de 15 cm (Figura 25A) e de 30 cm de profundidade (Figura 25B). Ao relacionar os valores de 30,03 °C com 28,18 °C nos tratamentos irrigados com água não salina e salina (Figura 25B), contata-se que a maior salinidade da água de irrigação reduziu a temperatura em 6,6% na profundidade de 15 cm e na faixa de 30 cm, a redução da temperatura do solo foi de 5,8% (Figura 25B). A lâmina de lixiviação de 10% aplicada nos tratamentos com água salina (Ayers & Westcot, 1999; Cavalcante et al., 2010) contribuiu para elevar a umidade do solo e reduzir a temperatura. De acordo com Dias (2011), a maior salinidade da água de irrigação,

pode reduzir o potencial osmótico do solo, resultando em menor absorção de água pelas plantas de maracujazeiro amarelo, resultando em maior umidade.

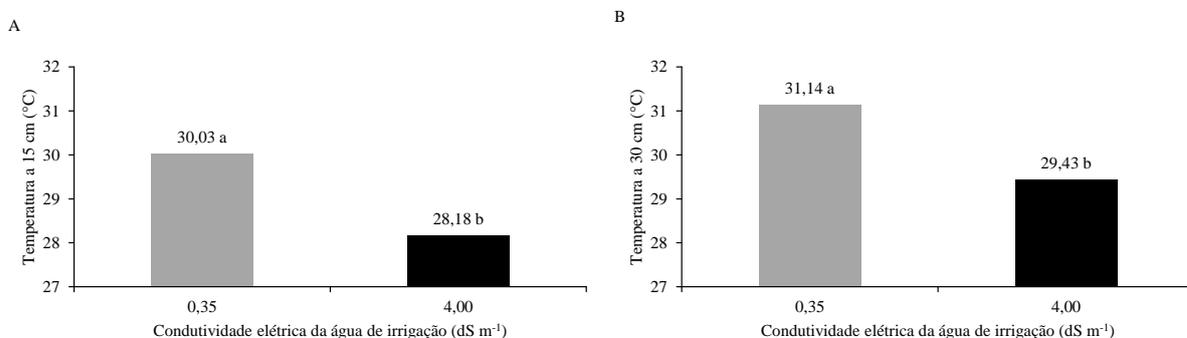


Figura 25. Temperatura aos 15 cm (A) e 30 cm (B) de profundidade, no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina e salina. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

3.4 Análises de Componentes Principais (CP)

Pela análise de componentes principais, verifica-se que para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos, foi necessário considerar apenas três componentes principais referentes aos atributos do solo na camada de 0-20 cm e 21-40 cm (Tabela 12). Na camada superficial e subsuperficial, os três componentes principais representam, respectivamente, 72,5% e 71,5% da variância total das características avaliadas. Com base nesses resultados, foi adaptado o critério de seleção - CS proposto por Wairegi & Asten (2011) para estabelecer as variáveis relacionadas com cada componente principal, utilizado a expressão: $CS = 0,6/(\text{autovalor do CP})^{0,5}$.

Tabela 12. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm e 21-40 cm, cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, adubado com potássio e biofertilizante bovino

Característica	0-20 cm			21-40 cm		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
pH	0,269	0,036	-0,284	0,376	-0,039	0,016
CEes	0,341	0,141	0,107	0,346	-0,027	0,304
Fósforo	0,188	0,237	0,505	0,191	0,245	0,489
Potássio	0,213	0,062	0,555	-0,007	0,232	0,482
Sódio	0,340	0,179	0,095	0,371	-0,050	0,167
Cálcio	-0,137	0,470	-0,135	0,267	-0,038	-0,305
Magnésio	-0,122	0,292	-0,264	0,094	0,499	-0,267
Alumínio	-0,195	-0,122	0,381	-0,135	-0,168	-0,142
Acidez potencial	-0,368	0,035	0,181	-0,375	0,098	0,239
Matéria orgânica	-0,152	0,315	-0,082	0,029	0,125	0,198
Soma de bases	0,022	0,594	-0,004	0,201	0,478	-0,230
Capacidade de troca catiônica	-0,319	0,319	0,160	-0,065	0,545	-0,060
Saturação por bases	0,362	0,094	-0,193	0,388	-0,018	-0,236
Porcentagem de sódio trocável	0,388	0,040	-0,016	0,360	-0,228	0,117
λ	5,689	2,637	1,826	5,109	2,952	1,944
VA	0,406	0,595	0,725	0,365	0,576	0,715

λ = Autovalor da matriz de correlação

VA = Variância acumulada

CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

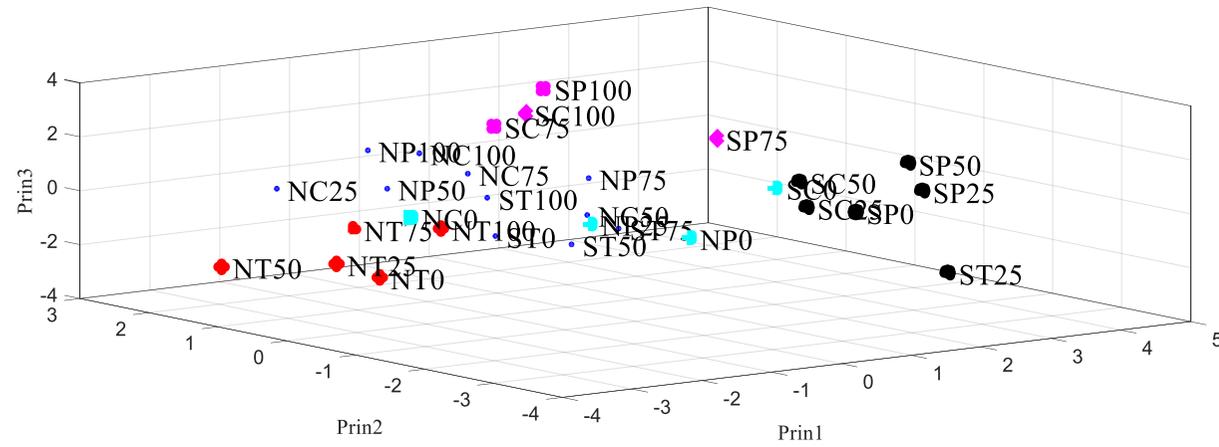
Na camada superficial, o primeiro componente principal está constituído pelas variáveis: pH, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, sódio, saturação por bases, porcentagem de sódio trocável, acidez potencial e capacidade de troca catiônica. Para o segundo componente, os principais atributos do solo foram cálcio e soma de bases, e para o terceiro, fósforo e potássio. Na camada subsuperficial, os principais atributos que representam o primeiro componente são: pH, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, cálcio, saturação por bases, porcentagem de sódio trocável e acidez potencial. O segundo componente é representado pelos seguintes atributos do solo: magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica, e o terceiro, apenas pelo teor de fósforo.

Com base nos escores das variáveis referentes aos atributos químicos do solo na camada superficial foram identificados cinco grupos (Figura 26A). Constata-se que o grupo composto pelos tratamentos SC25, SC50, SP0, ST25, SP25 e SP50, apresentam maiores escores no CP1, indicando maiores valores de pH, condutividade elétrica da água do extrato

de saturação, sódio, saturação por bases, porcentagem de sódio trocável, e menores de acidez potencial e capacidade de troca catiônica. O grupo formado pelos tratamentos SP75, SC75, SP100, SC100 apresentam maiores escores no CP2, indicando maiores teores de cálcio e soma de bases. Enquanto que o grupo formado pelos tratamentos NP25, NC0, NP0, SC0 apresentam maiores escores no CP3, indicando maiores teores de fósforo e potássio (Figura 26A).

Na camada subsuperficial, também foram identificados cinco grupos (Figura 26B). Verifica-se que o grupo formado pelos tratamentos NC100, SC0, SP0, NP100, SP25, SC75, SC50, ST75, ST100, SP50, SC100, SP75 e SP100 apresentam os maiores escores no primeiro componente principal, refletindo em maior valor de pH, condutividade elétrica da água de irrigação, cálcio, saturação por bases e porcentagem de sódio trocável e menor de acidez potencial. O grupo formado pelo tratamento SC25 apresenta o maior escore no CP2, indicando maior valor de magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica. O grupo formado pelos tratamentos ST100, ST75, NP100, SP0, SC50, SP25, SP75, NC100, SC100, SC0, SP100, SP50 e SC75 apresentam o maior escore no terceiro componente principal, e consequentemente, maior teor de fósforo.

A



B

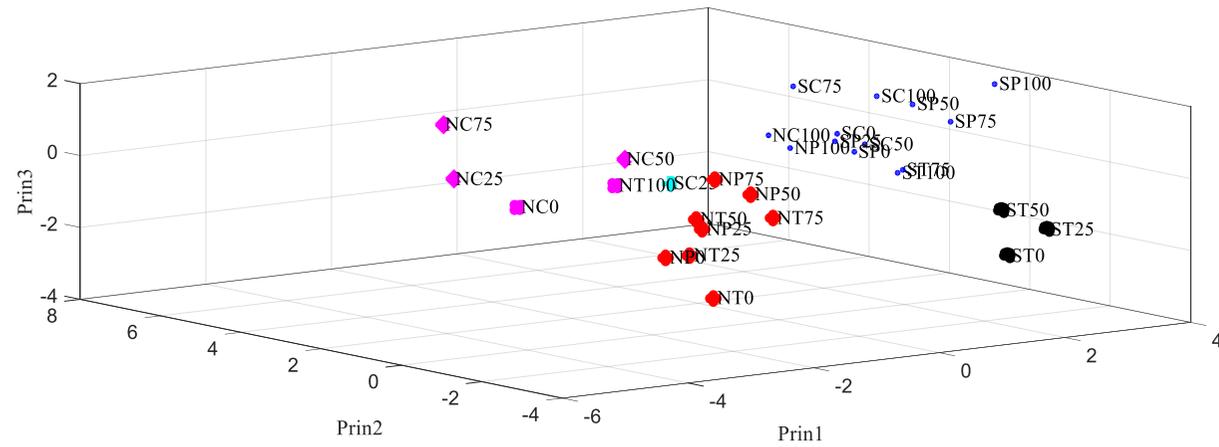


Figura 26. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3, na camada de 0-20 cm (A) e de 21-40 cm de profundidade (B).

Água: N ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$), S ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$); Tipo de potássio: T (Sem), C (Cloreto de potássio convencional) e P (Cloreto de potássio revestido com polímeros); Biofertilizante: 0, 25, 50, 75 e 100%.

4 CONCLUSÕES

O biofertilizante elevou os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio na camada superficial e subsuperficial do solo, independentemente da fonte de potássio utilizada e da condutividade elétrica da água de irrigação.

Na camada de 0-20 cm, os teores de cálcio dos tratamentos adubados com cloreto de potássio revestido com polímeros foram elevados com aumento da dose do insumo orgânico.

Os teores de sódio do solo foram reduzidos com a elevação da dose de biofertilizante bovino, nos tratamentos sem adubação potássica irrigado com água salina.

O cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos elevou os valores de pH na camada de 0-20 cm e de fósforo e cálcio na profundidade de 21-40 cm nos tratamentos irrigados com água não salina.

A irrigação na estação seca elevou o caráter do solo de não salino para salino, independente da condutividade elétrica da água utilizada.

As águas do período chuvoso lixiviaram parte dos sais adicionados pelas águas de irrigação.

O biofertilizante bovino manteve o solo mais úmido, reduziu o pH e elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CATARUTTI, R. B. & LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Cap.5, p.25–32, 1999.
- 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).
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 247 p.
- BARBIZAN, E. L.; LANA, R. M. Q.; MENDONÇA, F. C.; MELO, B.; SANTOS, C. M.; MENDES, A. F. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. **Ciência Agrotécnica**, Edição Especial, p. 1471 - 1480, 2002.
- BENBOUALLI, E. H.; HAMOUDI, S. A. A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower cheliff plain (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2141-2152, 2013.
- BORGES, A. L. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa, 2002, 8p. (Circular Técnica 50).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório e conhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAIDSUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; FREITA, E. V. S. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos à irrigação com água salina. **Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 61-67, 2009.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, R. V.; FERREYRA H., F. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCTSal, Parte V, 2010. p. 425-448.

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.

CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agrônomo do Pernambuco-IPA, 2008. 212 p.

CHILUNDO, M.; JOEL, A.; WESSTRÖM, I.; BRITO, R.; MESSING, I. Effects of reduced irrigation dose and slow release fertilizer on nitrogen use efficiency and crop yield in a semi-arid loamy sand. **Agricultural Water Management**, v. 168, p. 68-77, 2016.

COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Composição química da solução de solo após cultivo sob estresse salino e cobertura morta. **Holos**, v. 1, n. 4, p. 4-14. 2008.

DIAS, T. J. **Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. Areia. 2011. 173f. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. S.; DANTAS, L. A.; DANTAS, M. M. M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, v. 1, n. 27, p. 19-29, 2015.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido

ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 470-475, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa - CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

FREIRE, J. L. O. ; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F. ; FERNANDES, P. D. ; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 1-10, 2014.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia, 2011. 185 f. Trabalho de Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2011.

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

GALBIATTI, J. A; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CARAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.167-177, 2011.

GONDIM, S. C. **Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica**. Campina Grande. 2010. 178f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

HAYNES, R. J.; MOKOLOBATE, M. S. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 59, p. 47-63, 2001.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandiocueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.60–66, 2011.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.

INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA - INTERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. **Diário Oficial**, Cabedelo, 2008.

JIMÉNEZ, L.; LARREAL, M.; NOGUERA, N. Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 21, n. 4, p. 311-321, 2004.

LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; SOUTO, A. G. L.; BEZERRA, F. T. C. Mudanças de tamarindeiro irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizantes. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 730-744, 2015.

LIMA NETO, A. J.; DANTAS, T. A. D.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2013.

LITTLE, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1216-1231, 1998.

LOPES, A. S.; ALVAREZ V, V. H. Apresentação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V. V. H. **Recomendação para o uso**

de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Cap.4, p.21–24, 1999.

LUCHESE, K. U. O.; LEAL, A. J. F.; KANEKO, F. H.; VALDERRAMA, M.; SEVERINO, U. A. **Resposta da cultura da soja a doses de cloreto de potássio, revestido ou não com polímeros.** XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: Uberlândia-MG, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas.** Princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1997, 319p.

MAPA, 2010. Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento. **Agrofit.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>. Acesso em 26/15/2013.

MARROCOS, S. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANJEIRO, L. C.; ANBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34 - 43 2012.

MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651p.

MATERECHERA, S. A.; MKHABELA, T. S. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. **Bioresource Technology**, v. 85, n. 1, p. 9-16, 2002.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.110, p. 69-76, 2010.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises.** Ponte Nova: D&M Gráfica e Editora Ltda, 2005. 107 p

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; MACHADO, J. R.; GOULART JÚNIOR, S. A. R.; TOSTA, J. S.; BISCARO, G. A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.

- MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTI, L. F.; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 222-239, 2012.
- MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 484-490, 2011.
- MURRAY, L.; CLAPP, C. Current fertilizer salt index tables are misleading. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 35, n. 20, p. 2867-2873, 2004.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.
- NUNES, J. C. **Crescimento e composição foliar da goiabeira ‘Paluma’ no solo com Humitec® e cobertura morta**. Areia. 2013. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; LUNA SOUTO, A. G.; ROCHA, L. F. Humitec® e cobertura morta do solo no crescimento inicial da goiabeira cv. ‘Paluma’ no campo. **Revista Agro@mbiente**, v. 8, n. 1, p. 89-96, 2014.
- OLIVEIRA, H. V.; BEZERRA NETO, F.; AZEVEDO, C. M. S. B.; LIMA, B. L.; GURGEL, G. C. S. Alterações nas características químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo irrigado com efluente de piscicultura, em ambiente protegido. **Agro@mbiente**, v. 3, n. 1, p. 9-14, 2009.
- PESSOA, L. G. M. **Desenvolvimento de cebola e atributos químicos de dois Neossolos Flúvicos irrigados com águas salinas**. Recife: 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PESSOA, L. G. M.; OLIVEIRA, E. E. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. A.; SANTOS, R. L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 406-412, 2010.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. DA R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Agro@mbiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.11-19.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, Í. H. L. Biofertilizante supermagro e potássio na fertilidade do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. n. 1, p. 76-84, 2009.

RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GRACIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 2, p. 127–133, 2014.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. EMATER-RIO, 1992, 16p.

SARWAR, G.; HUSSAIN, N.; SCHMEISKY, H.; SUHAMMAD, S.; IBRAHIM, M.; AHMAD, S. Efficiency of various organic residues for enhancing rice-wheat production under normal soil conditions. **Pakistan Journal Botanic**, v. 40, n. 5, p. 2107-2113, 2008.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.

SILVA, E. N. **Análise de medidas repetidas em ensaios varietais da cana-de-açúcar**. Goiânia: 2011. 96f. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Goiás.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds) **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**, v. 255, p. 571-586, 2003.

VILLALBA, H. A. G. **Mistura de uréia revestida com polímeros com uréia convencional na adubação da cultura do milho**. Piracicaba. 2014. 91f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

WAIREGI, L.; ASTEN, P. V. Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in the east African highland bananas (*Musa* spp. Aaa). **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 1453-1472, 2011.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR E TROCAS GASOSAS EM MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO

COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR E TROCAS GASOSAS EM MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA, NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO

RESUMO

Para elevar a produtividade das culturas é necessária uma adequada fertilização dos solos e a nutrição equilibrada das plantas. Nesse sentido, um experimento foi realizado no período de maio de 2013 a maio de 2014, no município de Remígio – PB, para avaliar o efeito do biofertilizante bovino e da adubação potássica nos teores foliares de nutrientes e nas trocas gasosas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' irrigado com água não salina e salina. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial $2 \times 3 \times 5$, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m^{-1}), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e de liberação lenta) e cinco doses de biofertilizante bovino (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m^{-2}), com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliar a condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida e concentração interna de carbono, além do fatorial supramencionado, foi inserido duas épocas de avaliação (sub-subparcela), no início da primeira e da segunda colheita. A interação água \times potássio \times biofertilizante interferiu significativamente nos teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, boro, cobre, manganês, zinco e sódio. A fluorescência máxima, a fluorescência variável e a relação F_V/F_M foram influenciadas pela interação entre as fontes de potássio e as doses de biofertilizante. A interação entre os tipos de água, as fontes de potássio, as doses de biofertilizante e as safras não exerceu efeito significativo nos valores de condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida e concentração interna de carbono. No início da floração, as plantas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' estavam adequadamente supridas em N, P, K e deficientes em cálcio, magnésio, boro, ferro, cobre, manganês e zinco. O biofertilizante bovino estimulou a acumulação foliar de P, K, Ca, B, Mn e Zn das plantas sem adubação potássica irrigadas com água não salina, e de K, Cu e Na das plantas irrigadas com água salina. O biofertilizante bovino associado à adubação com cloreto de potássio convencional elevou a fluorescência máxima, a fluorescência variável e a relação F_M/F_0 do maracujazeiro amarelo. A salinidade da água de irrigação reduziu a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida, e nos tratamentos com cloreto de potássio revestido com polímeros elevou a concentração interna de carbono. A transpiração diminuiu e a eficiência do uso da água pelas plantas aumentou da primeira para a segunda safra.

Palavras chaves: *Passiflora edulis* Sims; adubação, esterco líquido fermentado

LEAF MINERAL COMPOSITION AND GAS EXCHANGES OF YELLOW PASSION FRUIT IRRIGATED WITH SALINE WATER IN SOIL WITH BIOFERTILIZER AND POTASSIUM

ABSTRACT

To increase the productivity of crops is necessary adequate soil fertilization and plant nutrition. In this sense, an experiment was carried out from May 2013 to May 2014 in the municipality of Remígio – PB, to evaluate the effect of cattle biofertilizer and potassium fertilization on nutrient foliar levels and gas exchanges of passion fruit tree ‘BRS Gigante Amarelo’ irrigated with non-saline and saline water. The treatments were disposed in randomly blocks, with subdivided plots, using factorial scheme 2 x 3 x 5, referred to two electrical conductivity levels of irrigation water in the main plot (0.35 and 4.00 dS m⁻¹), and in the subplot, the combination of three potassium sources (without fertilization, fertilized with conventional and slow liberation potassium chloride) and five dosages of biofertilizer (0, 25, 50, 75 and 100% of dose of 15 L m⁻²), with three replicates and four plants per plot. To evaluate the stomatal conductance, transpiration, liquid photosynthesis and carbon inner concentration, as well as factorial cited above, we inserted two evaluation periods (sub-subplots) at beginning of first and second harvest. The interaction water × potassium × biofertilizer interfered significantly in the levels of foliar phosphorus, potassium, calcium, boron, copper, manganese, zinc and sodium. The maximum fluorescence, variable fluorescence and the relation F_v/F_M were influenced by interaction between potassium sources and biofertilizer dosages. Interaction among types of water, potassium sources, biofertilizer dosages and yields did not provide significant effect in the values of stomatal conductance, transpiration, liquid photosynthesis and and carbon internal concentration. At the beginning of flowering stage, the passion fruit trees ‘BRS Gigante Amarelo’ were adequate supplied with N, P and K, and deficient in calcium, magnesium, boron, iron, copper, manganese and zinc. Biofertilizer stimulated foliar accumulation of P, K, Ca, B, Mn and Zn of plants without potassium fertilization irrigated with non-saline water, and of K, Cu and Na of the plants irrigated with saline water. Cattle biofertilizer associated to conventional potassium chloride fertilization increased the maximum fluorescence, the variable and the F_M/F_0 . The irrigation water salinity decreased the stomatal conductance, the transpiration and the liquid photosynthesis, and in the treatments with potassium chloride coated with polymers increased carbon internal concentration. Transpiration decreased and efficiency of water use by the plants increased from the first to second yield.

Key words: *Passiflora edulis* Sims, fertilization, fermented liquid manure

1 INTRODUÇÃO

Para elevar a produtividade de qualquer cultura, inclusive do maracujazeiro amarelo, é necessário uma adequada fertilização dos solos para uma nutrição equilibrada das plantas (Prado & Natale, 2006). Nesse sentido, a adubação do solo se constitui numa prática primordial para o manejo adequado da cultura do maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2014; Nascimento et al., 2015).

Dentre os elementos essenciais exigidos pelas plantas, o potássio desempenha funções fisiológicas como controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração, síntese de proteínas, relações hídricas, fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, contribuindo para elevar a produção e melhorar a qualidade dos frutos (Marschner, 2012; Taiz & Zeiger, 2013).

Apesar da importância do elemento na nutrição das plantas, a maioria dos solos brasileiros apresenta baixos teores de potássio, necessitando da aplicação de fertilizante potássico para atender às exigências das plantas pelo nutriente (Malavolta et al., 1997; Nachtigall & Raij, 2005; Novais et al., 2007). Tradicionalmente o suprimento de potássio às plantas é realizado através do fornecimento de cloreto de potássio ao solo, contudo, estima-se que mais de 50% do potássio aplicado é perdido para o ambiente sem ser absorvido pelas plantas, causando prejuízos econômicos e ambientais devido à poluição dos solos e mananciais hídricos (Novais et al., 2007; Wu et al., 2008). Para reduzir essas perdas, as empresas estão investindo no revestimento do fertilizante com polímeros orgânicos, com a finalidade de manter a liberação do nutriente de maneira regular e contínua, reduzindo as perdas por lixiviação e elevando a eficiência da adubação (Mendonça et al., 2007; Mariano et al., 2011; Chilundo et al., 2016).

Na região Nordeste, a baixa produtividade da cultura do maracujazeiro amarelo também está relacionada à qualidade da água de irrigação, visto que a maioria dos mananciais apresenta água com condutividade elétrica que oferece restrição para a cultura (Cavalcante & Cavalcante, 2006), que pode prejudicar a germinação das sementes, o crescimento, as trocas gasosas, o estado nutricional e a produção do maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2009; Cavalcante et al., 2011; Dias et al., 2011; Freire et al., 2014; Nascimento et al., 2015).

Para mitigar os efeitos dos sais às plantas, o uso do biofertilizante bovino vem sendo testado com resultados promissores na cultura do maracujazeiro amarelo (Freire et al., 2010; Mesquita et al., 2012; Nunes et al., 2016). Devido melhorar as condições físicas (Benbouali et

al., 2013), químicas (Dias et al., 2015) e biológicas do solo (Marrocos et al., 2012), o insumo natural provavelmente permita a utilização de águas com condutividade elétrica elevada não tolerada pela maioria das plantas cultivadas.

Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito do biofertilizante bovino e da adubação potássica na composição mineral foliar e nas trocas gasosas do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina e salina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido no intervalo de maio de 2013 a fevereiro de 2014, na propriedade Sítio Macaquinhos, no município de Remígio, PB, localizada a 16 km do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CCA/UFPB, nas coordenadas geográficas de 7° 00' 15" S, 35° 47' 55" W e altitude de 561,7 m, situado fisiograficamente na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Curimataú Ocidental (Interpa, 2008).

O município é caracterizado por apresentar clima quente e seco, do tipo As', conforme classificação de Köppen (Brasil, 1972), com estação chuvosa iniciando em março e término em agosto, podendo se prolongar até setembro, com precipitação anual pluviométrica inferior a 1000 mm (Tabela 1). A temperatura média anual de 24°C e umidade relativa do ar oscilando entre 70 e 80%.

Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014

Meses	Precipitação (mm)	
	2013	2014
Janeiro	38	35
Fevereiro	66	117
Março	41	53
Abril	133	30
Maio	58	100
Junho	155	110
Julho	118	155
Agosto	82	37
Setembro	30	129
Outubro	13	49
Novembro	21	20
Dezembro	43	9
Total	798	844

Fonte: Pluviômetro instalado no local do experimento.

O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, não salino (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo nas profundidades (0-20 e 21-40 cm) para caracterização química quanto à fertilidade (Tabela 2) e salinidade quanto aos atributos físicos (Tabela 3), adotando-se as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MOS
	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----					---%---	-g kg ⁻¹ -
(0 – 20 cm)	6,00	23,51	81,34	0,07	1,32	0	2,45	0,35	3,08	4,40	70,00	6,41
(21 – 40 cm)	6,21	12,06	76,04	0,07	1,48	0	2,20	0,60	3,05	4,54	67,18	4,14
E. Bovino	8,64	36,11	7892,3	3,86	-	-	5,40	4,5	-	-	-	591,68

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC) × 100; MOS = Matéria orgânica do solo

Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições

Atributos químicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm	Atributos físicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm
CEes a 25°C (dS m ⁻¹)	0,43	0,29	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,61	1,59
pH	6,93	6,67	Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,66	2,65
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,87	0,72	Porosidade Total (m ³ m ⁻³)	0,39	0,40
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,78	0,55	Areia (g kg ⁻¹)	847	821
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,11	1,32	Silte (g kg ⁻¹)	102	124
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,56	0,34	Argila (g kg ⁻¹)	51	55
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,66	1,93	Ada(g kg ⁻¹)	13	13
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	GF (%)	74,5	76,4
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,89	0,61	ID (%)	25,5	23,6
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,67	0,31	Ucc (g kg ⁻¹)	98,1	99,1
RAS (mmol L ⁻¹)	2,32	1,66	Upmp (g kg ⁻¹)	43	45
PST(%)	1,59	1,54	Adi (g kg ⁻¹)	55,1	54,1
Classificação	NS	NS	Classificação textural	Areia Franca	

RAS = Relação de adsorção de sódio = Na⁺/[(Ca⁺ + Mg⁺)/2]^{1/2}; PST = Percentagem de sódio trocável = 100 × (Na⁺ /CTC); NS = Não salino; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão = 100 – GF; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente.

2.2 Delineamento Experimental

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial 2 × 3 × 5, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m⁻¹), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e com cloreto de potássio de liberação lenta (revestido com polímeros)), cinco doses de

biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m² recomendada por Santos (1992) e Diniz (2009), aplicado 24 horas antes do transplante e a cada 90 dias), com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliar a condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida, concentração interna de carbono e a eficiência no uso da água e do carbono, foi adotado mesmo esquema fatorial supramencionado, acrescentando duas épocas de avaliação (sub-subparcela), no início da primeira (dezembro de 2013) e da segunda safra (fevereiro 2014).

2.3 Preparo das Mudanças para Plantio

O substrato para produção das mudas foi preparado na proporção de 2:1, duas partes de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo (Tabela 2), para uma parte de esterco bovino, com relação C/N de 18:1, e a cada 100 kg do substrato foi adicionado 1 kg de Fosmag (18% de P₂O₅; 14,0% de Ca; 3,5% de Mg; 10,0% de S; 0,15% de B; 0,65% de Zn e 0,18% de Cu).

As mudas do maracujazeiro foram obtidas por via seminífera, no final de abril de 2013. As sementes híbridas cultivar BRS Gigante Amarelo foram adquiridas na Embrapa Cerrados, e possuíam germinação de 78%. Foram utilizadas bolsas de polietileno com capacidade para 1,5 litros, e em cada bolsa foram semeadas cinco sementes. Aos 15 dias após a emergência, foi realizado o desbaste das plântulas mantendo-se a planta mais vigorosa.

2.4 Preparo e Enchimento das Covas

Ao admitir que a maior parte das raízes do maracujazeiro amarelo se situam a 50 cm do caule e a 40 cm da superfície do solo (Sousa et al., 2002), as covas foram abertas nas dimensões de 40 × 40 × 50 cm (Figura 1), distanciadas de 3 m entre plantas e 2 m entre linhas, relativo a uma densidade de 1.666 plantas por hectare.

O material dos primeiros 20 cm de cada cova recebeu uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico que continha 48% CaO, 4,5% MgO e 78% de PRNT misturada com 25% de gesso agrícola (CaSO₄.2H₂O) com 24% CaO, 16% S, 0,81% P₂O₅ e 14% de umidade, juntamente com 10 litros de esterco bovino de relação C/N (18:1), descontada a umidade de 8%.



Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

2.5 Transplântio das Mudras e Condução do Experimento

O transplântio das mudras foi realizado em 16 de julho de 2013, procedendo à padronização das mudras, levando em consideração três critérios; mudras com altura entre 25-35 cm, cinco ou seis pares de folhas e que estivessem emitindo primeiras gavinhas.

O sistema de sustentação das plantas foi em espaldeira, com altura de 2,2 m de altura do solo, utilizando arame liso nº 12 instalado no topo das estacas, no espaçamento de 3 m × 2 m. As mudras foram conduzidas em haste única até atingirem o arame de sustentação no topo das estacas, sendo realizada uma poda quando esses atingiram 15 cm acima da espaldeira, para emissão de dois ramos laterais, que foram conduzidos em sentidos opostos, procedendo a poda quando esses atingiram 1,5 m. Os ramos terciários foram podados a 30 cm de distância do solo. Durante o período de formação da cultura foram realizadas podas para a retirada das gavinhas.

Os tratos culturais e manejos fitossanitários foram realizados sempre que necessário, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura. Foram utilizados, quando necessário, agentes químicos de controle de pragas e doenças (Deltametrina, Methomyl e Tebuconazole), de acordo com as recomendações do MAPA (2010).

No início de cada floração, as plantas foram polinizadas naturalmente pelas mamangavas (*Xylocopa* spp.) e complementadas com a polinização manual, realizadas no período da tarde, devido as flores da cultura abrirem na região no horário compreendido entre as 11h30 às 14h00 horas.

2.6 Preparo e Aplicação da Água Salina e das Doses de Biofertilizante

A preparação das águas com seus respectivos níveis salinos, foi realizada semanalmente pela diluição de cloreto de sódio moído não iodado da marca Vitasal® com uma

água não salina (C₁S₁) de barragem da propriedade Macaquinhos, armazenadas em caixas de fibra de vidro com capacidade para 3 m³ e cobertas para evitar a evaporação e consequentemente alteração na condutividade elétrica.

O biofertilizante bovino foi produzido conforme recomendação de Diniz et al. (2013). Para produzir o biofertilizante adicionou-se partes iguais de água (não salina e não clorada) e esterco fresco de bovino em recipiente que não sofra oxidação, mantendo-se 20% do seu volume, para que seja ocupado pelo gás metano produzido durante a fermentação. Para liberação do gás produzido pelas bactérias conecta-se uma extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor mantendo a outra submersa em um recipiente com água.

As doses de biofertilizante, nas suas respectivas concentrações (0, 25, 50, 75 e 100% da dose recomendada, 15 litros m² (Santos, 1992; Diniz, 2009), aplicado 24 horas antes do transplante e reaplicado a cada 90 dias após o plantio), foram preparadas diluindo-se o insumo natural na água de irrigação em caixas de fibra de vidro com capacidade para 1 m³ (Figura 2), em seguida media-se a condutividade elétrica da mistura biofertilizante e água (Tabela 4) e fornecia-se manualmente 7,5 L de cada mistura às plantas.



Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade

Variáveis	Tipo de água		Doses de biofertilizante (%)			
	ANS	AS	25	50	75	100
pH	6,12	6,25	6,28	6,37	6,50	7,68
CE (dS m ⁻¹)	0,35	4,00	1,90	3,10	3,69	4,55
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,57	12,83	1,71	1,49	1,58	1,92
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,19	2,51	3,31	6,97	8,61	10,26
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,59	7,92	5,46	8,85	10,55	13,02
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,48	29,31	3,57	4,18	4,88	6,56
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,19	0,38	6,52	10,47	12,59	15,53
SC (mmol _c L ⁻¹)	3,45	40,12	18,86	30,47	36,63	45,37
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Aus	0,11	Aus	Aus	Aus	Aus
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,54	2,85	2,87	4,65	5,59	6,79
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,51	36,56	13,51	21,97	25,48	32,02
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,36	0,24	2,82	3,53	5,69	6,67
SA (mmol _c L ⁻¹)	3,41	39,65	12,20	30,15	36,76	45,48
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁	C ₃ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁

A_{NS} = Água não salina de barragem superficial; AS = Água salina rica em cloreto de sódio; RAS = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$; SC = Soma de cátions; SA = Soma de ânions; C₁, C₃ e C₄ = Risco baixo, alto e muito alto de salinizar o solo, em relação a água de irrigação; S₁ = Risco baixo de sodificação do solo com a irrigação

Na matéria seca de biofertilizante foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 5), conforme sugestões e metodologias da Embrapa (2011).

Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (biofertilizante puro)

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
21,8	7,4	14,7	8,8	8,0	3,3	17,0	23,5	1875,0	365,0	148,5	2975,03

*Média de três repetições

Os teores de ácido fúlvico, ácido húmico e humina, determinado no biofertilizante puro, conforme metodologia sugerido por Mendonça & Matos (2005), foram respectivamente, 0,36 mg g⁻¹, 0,05 mg g⁻¹ e 4,12 mg g⁻¹.

2.7 Adubação e Irrigação das Plantas

No dia do plantio foram fornecidos 5 g de uréia (45% N), 10 g de superfosfato simples (18% de P_2O_5 , 16% de cálcio (Ca) e 8% de enxofre (S)) e 5 g de cloreto de potássio convencional e protegido com polímeros orgânicos (60% K_2O) por cova. Durante a execução do experimento, foram aplicados $670 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ureia, $880 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de superfosfato simples (18% P_2O_5 , 20% Ca e 12% S) e $476 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de cloreto de potássio. A ureia e cada fonte de potássio foram distribuídas mensalmente (Borges et al., 2002) e a adubação fosfatada foi aplicada a cada dois meses como indicado na Figura 3.



Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

A irrigação com ambas as águas foi realizada a cada 48 horas pelo método de aplicação localizada por gotejamento usando dois gotejadores por planta, com vazão de 10 L h^{-1} . A lâmina de irrigação foi calculada com base na lâmina máxima diária de evapotranspiração potencial (ET_o) de $14 \text{ L planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ obtida pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' ($ET_o = ET_a \times 0,75$), instalado no local do experimento ($ET_o = ET \times 0,75$) e por cada coeficiente de cultivo - K_c de 0,4; 0,8 e 1,2 para o cálculo da evapotranspiração da cultura - ET_c ($ET_c = ET_o \times K_c$), respectivamente, referente aos primeiros 60 DAT, dos 60 aos 90 DAT e a partir da floração até a colheita. Nos tratamentos com água de $4,00 \text{ dS m}^{-1}$, apesar da textura arenosa do solo, foi aplicada uma lâmina de irrigação 10% superior para redução dos riscos de salinidade às plantas pela lixiviação dos sais do ambiente radicular (Ayers & Westcot, 1999).

2.8 Variáveis Analisadas

2.8.1 Teores foliares de nutrientes

No início da floração, aos 115 dias após o transplântio das mudas, foram coletadas oito folhas recém maduras da parte mediana de cada planta, terceira ou quarta folha, a partir do ramo apical, conforme sugerido por Malavolta et al. (1997), para avaliação dos teores de macro, micronutrientes e sódio na matéria seca (Embrapa, 2011).

2.8.2 Determinação não destrutiva da clorofila ‘a’, ‘b’ e total nas plantas

A determinação da clorofila *a*, *b* e total pelo método não destrutivo foi realizada imediatamente antes da floração, aos 100 dias após o transplântio (primeira quinzena de novembro de 2013), no horário compreendido entre 08h30 e 09h30, utilizando-se um clorofilômetro eletrônico marca ClorofiLOG[®], modelo CFL 1030, operando conforme as instruções do fabricante (Falker, 2008). Neste aparelho, os valores mensurados são denominados índice de clorofila Falker (ICF) e referem-se ao produto de fotodiodos que emitem na frequência de ondas de 635, 660 e 880 nm. Em duas plantas de cada parcela, e em cada planta foram realizadas leituras em três folhas, na parte superior, mediana e inferior de cada folha para se obter um valor médio, seguindo metodologia descrita por El-Hendawy et al. (2005).

2.8.3 Fluorescência da clorofila ‘a’

As determinações de emissão da fluorescência da clorofila *a*, foram efetuadas aos 132 DAT, entre 10h00 e 11h30 da manhã, na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta. Foi utilizado um fluorômetro modulado Plant Efficiency Analyser – PEA II[®] (Hansatech Instruments Co., UK). As áreas das folhas foram adaptadas ao escuro por 30 minutos utilizando-se pinças próprias do fluorômetro (Roháček, 2002; Freire et al., 2014). Com este equipamento foi avaliado os parâmetros de fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), relação F_v/F₀ e rendimento quântico potencial (F_v/F_m), adotando a metodologia de Maxwell & Johnson (2000).

2.8.4 Condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A) e concentração interna de carbono (Ci)

A condutância estomática ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de carbono ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram

avaliadas em plena floração do primeiro ciclo das plantas, aos 132 dias após o transplante (DAT), e aos 300 DAT, quando as plantas iniciavam a floração do segundo ciclo. A folha e o horário das leituras foram os mesmos utilizados para mensurar a fluorescência da clorofila a. Foi utilizado um analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro⁺ Portable Photosynthesis System[®] (ADC BioScientific Limited, UK), com temperatura ajustada a 25 °C, irradiação de 1800 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200 mL min^{-1} .

De posse dos dados supracitados, foi calculada a eficiência no uso da água (EUA), relacionando à fotossíntese líquida com a transpiração (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$], e a eficiência instantânea de carboxilação E_{Ci} [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$] relacionando a fotossíntese líquida (A) com a concentração interna de carbono (C_i).

2.9 Avaliação Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes aos tipos de água foram comparadas pelo teste ‘F’ que é conclusivo para dois fatores (Banzatto & Kronka, 2006), as médias relativas à adubação potássica pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, as doses do biofertilizante por regressão e as relativas às épocas por medidas repetidas no tempo (Littel et al., 1998; Silva, 2011). Realizou-se também análises de componentes principais, utilizando o software SAS[®] versão 9.3 (SAS[®], 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teores Foliares de Nutrientes

A interação entre os tipos de água, fontes de potássio e doses de biofertilizante bovino interferiu significativamente nos teores foliares de fósforo, potássio, e cálcio (Tabela 6). Os teores de nitrogênio foram influenciados pelas interações tipo de água × fontes de potássio e tipo de água × doses de biofertilizante. Os de enxofre, além das interações anteriormente citadas, foram influenciados pela interação fonte de potássio × doses de biofertilizante. Os teores de magnésio responderam aos efeitos isolados da fonte de potássio e das doses de biofertilizante, e à interação tipo de água × doses de biofertilizante (Tabela 6).

Tabela 6. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	0,0081 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	3,6435 ^{ns}	0,4813 ^{ns}	0,0300 ^{ns}	0,1540 ^{**}
Tipo de água (A)	1	3,7210 ^{ns}	0,21025 ^{ns}	0,6656 ^{ns}	25,6000 ^{ns}	0,7022 ^{ns}	0,0022 ^{ns}
Resíduo a	2	0,7536	0,04408	12,8380	4,4853	0,0800	0,0007
Fonte de potássio (K)	2	19,2198 ^{ns}	0,02275 ^{ns}	2134,6188 ^{**}	24,9442 ^{**}	0,8710 ^{**}	0,2627 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	19,7326 ^{ns}	0,05912 ^{ns}	2,6303 ^{ns}	3,3503 [*]	0,1390 [*]	0,0935 [*]
A × K	2	37,8101 [*]	0,01975 ^{ns}	13,6098 ^{**}	10,3007 ^{**}	0,1390 ^{ns}	1,0042 ^{**}
A × B	4	29,5802 [*]	0,17837 ^{**}	7,2424 [*]	7,9293 ^{**}	0,2110 ^{**}	0,1285 ^{**}
K × B	8	20,2744 ^{ns}	0,11275 ^{**}	8,1797 ^{**}	3,6745 ^{**}	0,0516 ^{ns}	0,0908 [*]
A × K × B	8	14,8513 ^{ns}	0,07412 [*]	10,5681 ^{**}	3,0710 [*]	0,0827 ^{ns}	0,0711 ^{ns}
Resíduo b	56	9,8348	0,03083	2,5957	1,2019	0,0507	0,0347
Total	89						
CVa (%)		1,94	8,20	11,37	24,12	11,70	0,95
CVb (%)		7,02	6,85	5,11	12,49	9,32	2,87

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

3.1.1 Macronutrientes

Ao comparar os teores foliares de nitrogênio entre os tipos de águas utilizadas na irrigação com as diferentes fontes de potássio, constatou-se que apenas nos tratamentos sem adubação houve diferença estatística, com superioridade nas plantas irrigadas com água salina (45,63 g kg⁻¹) em relação aos 42,96 g kg⁻¹ da água não salina (Figura 4A).

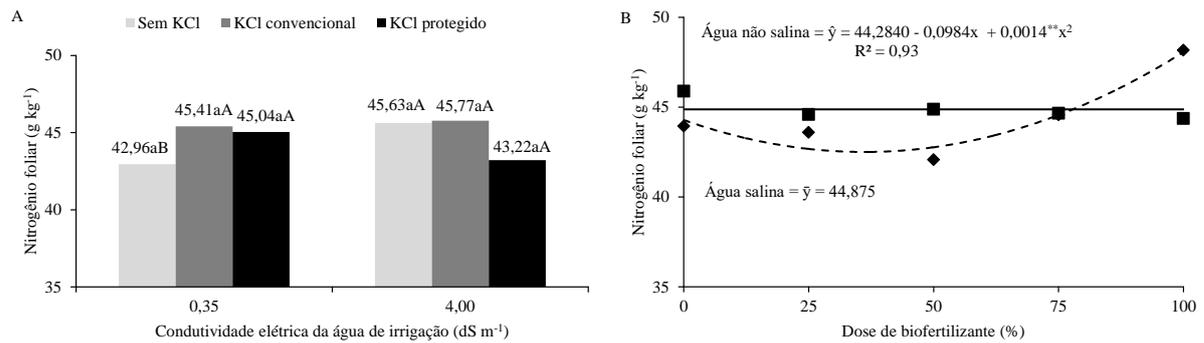


Figura 4. Teores foliares de nitrogênio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido [A], e em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B].

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O aumento das doses de biofertilizante bovino proporcionou ajuste quadrático nos teores foliares de nitrogênio irrigados com água não salina, com valor máximo de 48,44 g kg⁻¹ na dose de 100% de biofertilizante bovino (Figura 4B). Os teores foliares de N das plantas irrigadas com água salina não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valor médio de 44,87 g kg⁻¹. Esses teores são semelhantes aos 46,5 g kg⁻¹ obtidos por Nascimento et al. (2011) estudando o estado nutricional de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral, e superam os 40,0 g kg⁻¹ registrado por Cruz et al. (2006) em maracujazeiro cultivado em solução nutritiva com alta condutividade elétrica (3,8 dS m⁻¹).

De acordo com Malavolta et al. (1997) a amplitude admitida como suficiente para N se situa entre 40 a 50 g kg⁻¹, indicando que a irrigação com água salina não influenciou negativamente ao ponto de comprometer a acumulação de nitrogênio em teores adequados para as plantas.

Para Vessey (2003) a aplicação de biofertilizante bovino ao solo pode acelerar a disponibilidade de nutrientes às plantas, contribuindo para elevar o acúmulo de nitrogênio nas folhas das plantas. A adubação mensal com ureia e aplicação de esterco bovino no preparo das covas, também pode ter contribuído para manter as plantas nutricionalmente equilibradas mesmo em condições de salinidade, visto que, segundo Bar et al. (1997) ocorre uma tendência de redução no acúmulo de nitrogênio com o aumento da salinidade.

Os teores de fósforo foliar nas plantas irrigadas com água não salina foram elevados com o aumento das doses de biofertilizante bovino. Os maiores teores do elemento foram de 2,62, 2,79 e 2,72 g kg⁻¹, nas doses de biofertilizante de 100, 100 e 71,5%, respectivamente nos tratamentos com KCl convencional, sem KCl e com KCl protegido (Figura 5A). Nos tratamentos irrigados com água salina, o aumento da dose do insumo natural reduziu a acumulação de fósforo nas plantas adubadas com cloreto de potássio convencional e protegido, e os dados referentes às plantas sem adubação não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valor médio de 2,59 g kg⁻¹ (Figura 5B). Os valores de fósforo estão abaixo da amplitude de 4,0 e 5,0 g kg⁻¹ recomendado por Malavolta et al. (1997). No entanto, para Oliveira (2002) esses valores são adequados à cultura, uma vez que se situam na faixa entre 2,3 e 2,7 g kg⁻¹.

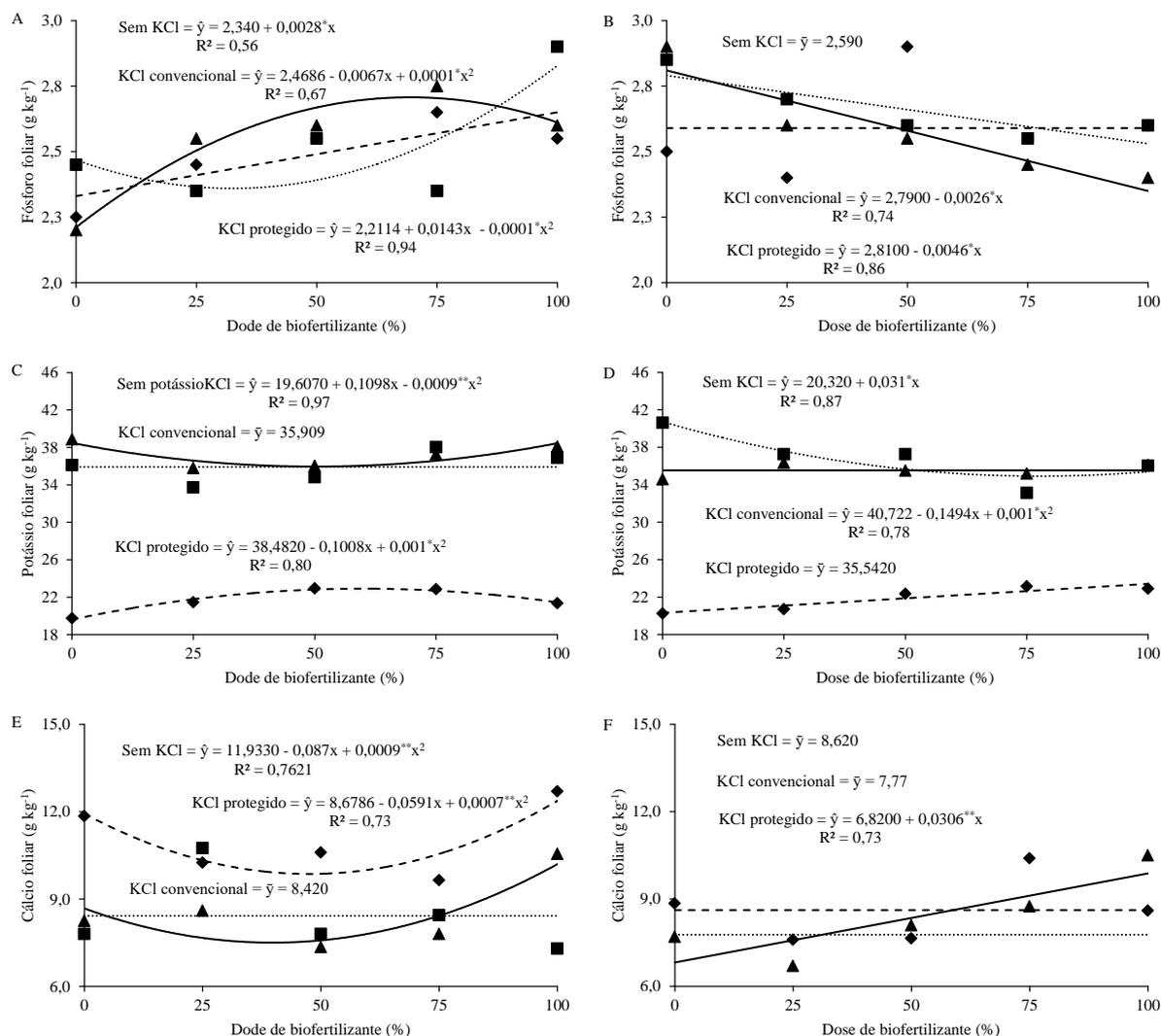


Figura 5. Teores foliares de fósforo (A, B), potássio (C, D) e cálcio (E, F) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (-----) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).

Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade e biofertilizante bovino, os teores foliares de fósforo superaram os das plantas irrigadas com água salina (Figura 5A, 5B). Esses resultados corroboram com Dias (2011) ao concluir que a salinidade da água de irrigação reduz os teores foliares de fósforo das plantas de maracujazeiro amarelo, mas diferem dos resultados obtidos por Freire et al. (2013) ao constatarem que a irrigação com água salina (4,5 dS m⁻¹) elevou os teores de fósforo em relação aos tratamentos irrigados com água não salina (0,5 dS m⁻¹).

Segundo Mansour et al. (2003), o estresse salino eleva o consumo de fósforo pelo armazenamento de energia e transporte de carboidratos, indicando uma maior exigência do nutriente para as plantas realizarem as funções metabólicas. Os diferentes resultados obtidos pelos autores supracitados indicam a complexidade de avaliar a interação entre os teores foliares de fósforo e a salinidade da água de irrigação, visto que o teor foliar de fósforo varia conforme a espécie, o tipo de solo (Novais et al., 2007) e a condutividade elétrica da água de irrigação (Grattan & Grieve, 1999; Freire et al., 2013).

Independentemente da condutividade elétrica de água de irrigação, os teores de potássio foliar foram superiores nos tratamentos que receberam adubação potássica em relação aos sem KCl (Figura 5C, 5D). Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade, os teores de potássio no solo sem adubação aumentaram até a dose de biofertilizante de 61% com valor de 22,29 g kg⁻¹ (Figura 5C), e na irrigação com água salina o maior valor foi de 23,42 g kg⁻¹ nos tratamentos que receberam 15 L m⁻² de biofertilizante bovino (Figura 5D).

Os teores de K nas plantas adubadas com KCl convencional, não se ajustaram aos modelos de regressão, apresentando valor médio de 35,09 g kg⁻¹ nas plantas irrigadas com água não salina (Figura 5C) e o referentes às plantas adubadas com KCl protegido irrigado com água salina, apresentaram valor médio de 35,59 g kg⁻¹ (Figura 5D). Nas plantas adubadas com KCl convencional, o aumento da dose do insumo reduziu os teores de K de 40,72 para 35,78 g kg⁻¹ de K da menor para maior dose do insumo (Figura 5D). Os resultados indicam que as plantas não adubadas estavam deficientes em potássio, visto que conforme Malavolta et al. (1997) os valores adequados para a cultura se situam entre 35-45 g kg⁻¹. Por outro lado, a faixa de 20-30 g kg⁻¹ de K proposta por Oliveira (2002) enquadraria as plantas não adubadas com cloreto de potássio e fertilizadas com biofertilizante como supridas no elemento.

A redução de K com aumento da dose de biofertilizante nos tratamentos adubados com KCl convencional irrigado com água salina pode ser atribuído a maior concentração de sódio no insumo puro e da água de irrigação de maior salinidade (Tabela 4), que provoca decréscimo na absorção de K pelas plantas irrigadas com água salina e biofertilizante, devido à competição entre Na⁺ e K⁺ nos sítios de absorção das membranas celulares (Yoshida, 2002; Munns & Tester, 2008; Nascimento et al., 2011). Nos demais tratamentos, a contribuição positiva do biofertilizante na acumulação de potássio foliar é decorrente das substâncias húmicas presentes no insumo, estimulando a produção de solutos orgânicos, contribuindo

para nutrição adequada das plantas em geral, inclusive de maracujazeiro amarelo (Vessey, 2003; Sanchez et al., 2008; Freire et al., 2013).

Os teores de Ca^{2+} inicialmente decresceram com o aumento do biofertilizante nas plantas irrigadas com água não salina até os valores mínimos de 9,8 e 7,43 g kg^{-1} nas plantas sem potássio e adubadas com KCl revestido. A partir da dose mínima os teores acumulados de cálcio aumentaram até os valores máximos de 12,23 e 10,6 g kg^{-1} , respectivamente, na maior dose do insumo orgânico. O valor médio de cálcio das plantas adubadas com KCl convencional foi de 8,40 g kg^{-1} (Figura 5E). Nos tratamentos irrigados com água salina adubado com KCl protegido, o aumento da dose de biofertilizante elevou linearmente o valor de Ca foliar de 6,82 para 9,88 g kg^{-1} da menor para dose do insumo. Os valores médios de cálcio das plantas sem e com cloreto de potássio convencional foram, respectivamente, de 8,62 e 7,77 g kg^{-1} (Figura 5F).

Nascimento et al. (2011) avaliando o estado nutricional do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral, verificaram que os teores de cálcio variaram entre 6,08 e 8,28 g kg^{-1} . Rodrigues et al. (2009) registraram valores máximos de 6,78 g kg^{-1} de cálcio em maracujazeiro fertilizado com biofertilizante e potássio em plantas irrigadas com água não salina. Freire et al. (2013) afirmam que o biofertilizante bovino estimula a acumulação de cálcio nas folhas de maracujazeiro amarelo e o aumento da salinidade reduz os teores foliares do elemento essencial.

Segundo Malavolta et al. (1997) plantas de maracujazeiro estão adequadamente supridas em cálcio quando os teores estão na faixa entre 15 e 20 g kg^{-1} , indicando que as plantas do experimento estavam deficientes no macronutriente cálcio. Os menores teores de cálcio nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 5E, 5F) e a deficiência das plantas em cálcio, podem está relacionados à elevação dos teores de sódio pela água de irrigação (Figura 12, Capítulo 1), que inibe a absorção de cálcio pelas plantas (Ayers & Westcot, 1999; Marschner, 2012).

A ordem da acumulação de magnésio nas folhas das plantas de maracujazeiro amarelo foi superior nas plantas sem adubação, adubadas com cloreto de potássio revestido e convencional, respectivamente (Figura 6A). Ao relacionar os valores de 2,60 e 2,26 g kg^{-1} dos tratamentos sem e com cloreto de potássio convencional, constatou-se que a aplicação do fertilizante reduziu os teores foliares de Mg em 15,0%.

O aumento da dose de biofertilizante elevou linearmente os teores foliares de magnésio ao nível de 0,0038 por aumento unitário da dose do insumo orgânico, com valor máximo de 2,52 g kg⁻¹. Ao relacionar o menor teor (2,13 g kg⁻¹) sem biofertilizante com o valor máximo na maior dose de biofertilizante, constatou-se uma elevação de 18,3% da menor para maior dose do insumo (Figura 6B). Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valor médio de 2,50 g kg⁻¹.

A composição química do biofertilizante (Tabela 4) contribuiu para elevar os teores de magnésio dos tratamentos irrigados com água salina. Os maiores teores de cálcio nos tratamentos irrigados com água não salina (Figura 5E) pode ter comprometido a absorção de Mg²⁺, devido à relação antagônica que existe entre os dois elementos essenciais (Marschner, 2012). Apesar do biofertilizante estimular a acumulação de magnésio, as plantas estavam deficientes no nutriente, visto que a faixa adequada para plantas de maracujazeiro amarelo situa-se entre 3,0 e 4,0 g kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997).

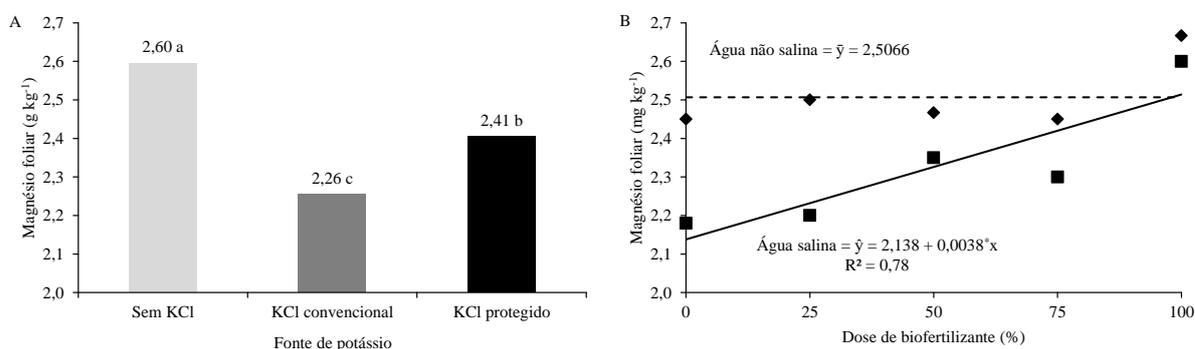


Figura 6. Teores foliares de magnésio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado em função dos tipos de cloreto de potássio no solo (A) e em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B].

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A ausência de adubação potássica promoveu maior acumulação do teor de enxofre (3,19 g kg⁻¹) nas plantas irrigadas com água não salina. Nos tratamentos irrigados com água salina, não houve diferença significativa entre os tipos de cloreto de potássio utilizados na adubação (Figura 7A). A maior dose de biofertilizante bovino nos tratamentos com água não salina elevou os teores do nutriente de 2,87 para 3,02 g kg⁻¹ de matéria seca, entre os tratamentos sem e com 7,5 L de biofertilizante bovino. Os dados referentes às plantas

irrigadas com água salina não se ajustaram ao modelo de regressão, com valor médio de 2,88 g kg⁻¹ (Figura 7B).

Nos tratamentos sem KCl, o aumento da dose de biofertilizante elevou linearmente os teores foliares de enxofre ao nível de 0,0041 por aumento unitário da dose do insumo natural. Nas plantas adubadas com KCl revestido com polímeros, os valores médios foram de 2,84 g kg⁻¹ (Figura 7C).

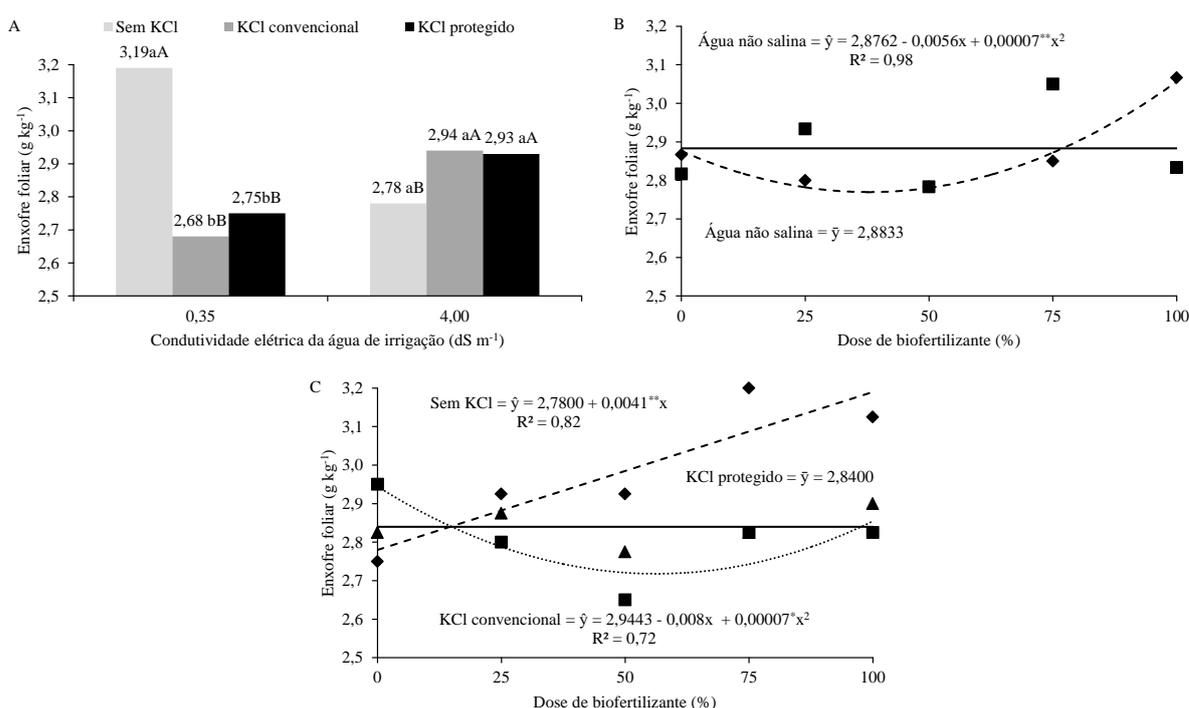


Figura 7. Teores foliares de enxofre em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido[A], em função de doses de biofertilizante sob irrigação com água não salina (----) e salina (—) [B] e em função do tipo de cloreto de potássio aplicado ao solo [C].

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Esses valores são inferiores ao intervalo entre 9,05 e 12,82 g kg⁻¹ obtida por Nascimento et al. (2011) estudando os teores de enxofre da mesma cultura irrigado com água salina e adubação organomineral, e estão próximos dos intervalo de 4,0 e 4,6 g kg⁻¹ apresentada por Cruz et al. (2006) em maracujazeiro amarelo em solução nutritiva com condutividade elétrica de 3,8 dS m⁻¹. Para Malavolta et al. (1997) o teor adequada de enxofre

para a cultura varia entre 3,0 e 4,0 g kg⁻¹. A elevação dos teores de enxofre com a aplicação de biofertilizante pode ser atribuída a composição química do insumo (Tabela 5), visto que as fontes orgânicas fornecem N, P e S (Bayer & Mielniczuk, 2008), e a adubação bimestral com superfosfato simples, que contém 8% de enxofre.

3.1.2 Micronutrientes e sódio

Com base no resumo das análises de variância pelo quadrado médio, observa-se que exceto sobre o ferro, as demais variáveis foram influenciadas pela interação tipo de água × fonte de potássio × doses de biofertilizante. A acumulação foliar de ferro respondeu estatisticamente à interação tipo de água × doses de biofertilizante (Tabela 7).

Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio em plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.

F.V	G.L	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Bloco	2	2,70*	2,86*	229,63 ^{ns}	70,53 ^{ns}	110,20 ^{ns}	356602,89 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	36,10**	0,20 ^{ns}	8,10 ^{ns}	19,60 ^{ns}	81,22 ^{ns}	387245424,90**
Resíduo a	2	0,03	0,04	86,70	70,53	54,67	359937,46
Fonte de potássio (K)	2	49,28**	11,74**	553,52 ^{ns}	50,70**	141,17 ^{ns}	370121,76 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	9,68 ^{ns}	11,51**	841,15*	80,96**	218,53**	426572,95*
A × K	2	27,47*	25,82**	745,72 ^{ns}	34,90*	113,92 ^{ns}	403022,63 ^{ns}
A × B	4	36,78**	28,38**	1472,72**	9,91 ^{ns}	213,03**	363816,83 ^{ns}
K × B	8	11,99*	19,87**	360,21 ^{ns}	31,38**	179,33**	705899,81**
A × K × B	8	31,06**	17,28**	376,97 ^{ns}	36,65**	159,01**	678847,27**
Resíduo b	56	5,67	0,7271	244,4702	7,89	55,15	152366,25
Total	89						
CVa (%)		0,64	11,27	10,76	35,59	36,28	22,73
CVb (%)		8,36	44,56	18,06	11,90	36,44	14,79

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

O maior teor de boro (33,83 mg kg⁻¹) nas folhas de maracujazeiro amarelo das plantas irrigadas com água não salina sem adubação potássica foi registrado na dose de biofertilizante de 56,36%. O teor médio dos tratamentos adubados com KCl convencional foi de 27,5 mg kg⁻¹ e nos tratamentos com KCl revestido houve uma redução nos teores foliares de boro com aumento da dose do insumo (Figura 8A). Nas plantas irrigadas com água salina houve comportamento inverso dos dados, e a aplicação de biofertilizante bovino associado à adubação com KCl protegido elevou os teores de boro até o valor máximo de 31,0 mg kg⁻¹ na dose de 66% do insumo. O valor médio dos tratamentos sem e com KCl convencional foram de 28,0 e 26,8 mg kg⁻¹ (Figura 8B).

Segundo Malavolta et al. (1997) estes valores estão abaixo da faixa adequada para a cultura (40 e 50 mg kg⁻¹). Os valores de pH da solução do solo (Figura 5, Capítulo 1) podem ter contribuído para a adsorção de boro no solo, reduzindo sua disponibilidade no solo, e acúmulo nos tecidos foliares das plantas de maracujazeiro amarelo (Malavolta, 1979). Freire et al. (2015) estudando o mesmo elemento na cultura do maracujazeiro, não verificaram diferença significativa entre os teores de boro dos tratamentos sem e com biofertilizante, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação das plantas.

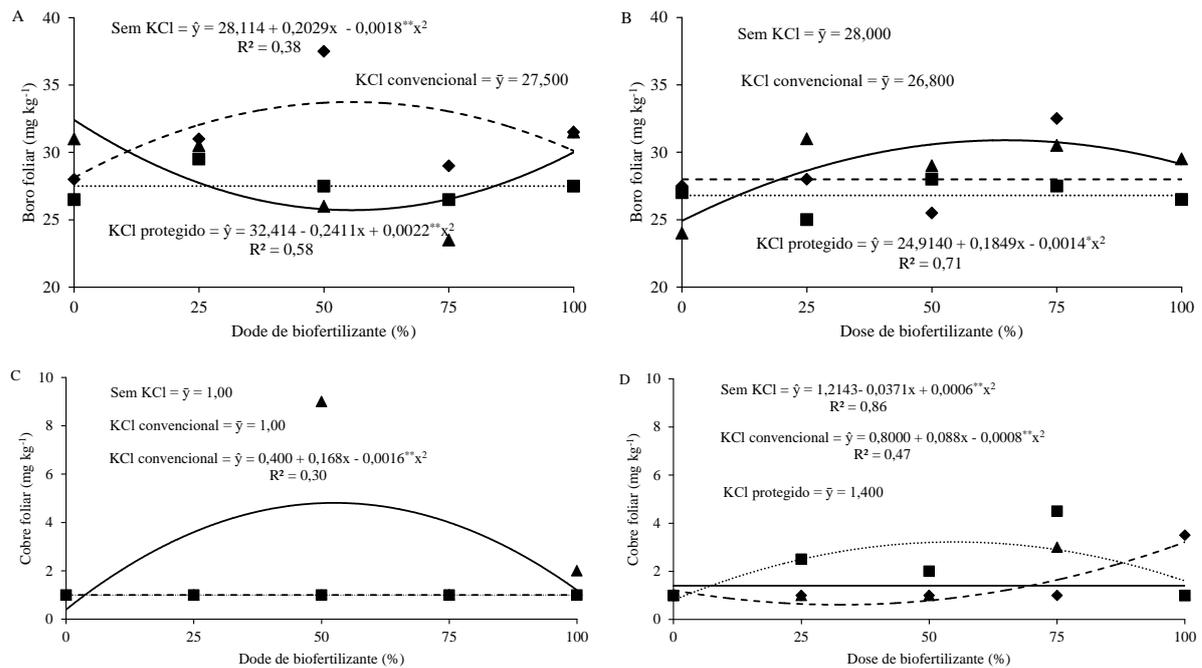


Figura 8. Teores foliares de boro (A, B) e cobre (C, D) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

Os teores foliares de cobre das plantas irrigadas com água de baixa salinidade sem e com adubação com cloreto de potássio convencional apresentaram valores médios de 1,00 mg kg⁻¹. O aumento da dose de biofertilizante elevou os teores de cobre até a dose máxima de 52,5% com valor estimado de 4,8 mg kg⁻¹ (Figura 8C). Os teores de cobre das plantas irrigadas com água salina adubada com cloreto de potássio foram elevados até o valor máximo 3,22 mg kg⁻¹ na dose de biofertilizante de 55%.

Esses valores são inferiores aos 6,51 mg kg⁻¹ registrados por Rodrigues et al. (2009) estudando os teores de cobre em plantas de maracujazeiro com adubação potássio e aplicação de biofertilizante. Freire et al. (2015) estudando a mesma cultura sob irrigação com água de

baixa salinidade no solo sem e com biofertilizante verificaram que o insumo natural elevou o teor de cobre foliar de 12,1 para 26,23 mg kg⁻¹. Conforme Malavolta et al. (1997) plantas de maracujazeiro amarelo devem apresentar teores de cobre entre 10 e 20 mg kg⁻¹.

O aumento das doses de biofertilizante nas plantas irrigadas com água não salina elevou os teores foliares de ferro até a dose máxima estimada de 51,56% apresentando valor de 98,6 mg kg⁻¹. Os dados referentes às plantas irrigadas com água salina não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valor médio de 86,26 mg kg⁻¹ (Figura 9). Esses valores estão abaixo da faixa de 120 a 200 mg kg⁻¹ exigidos pela cultura (Malavolta et al., 1997).

Dias (2011) estudando o mesmo micronutriente em plantas de maracujazeiro irrigado com água salina e frequências de aplicação de biofertilizante não constatou efeito significativo para os teores de ferro, contudo o autor registrou que o teor médio do elemento essencial foi de 135,42 mg kg⁻¹. A composição química do insumo (Tabela 5) pode ter contribuído para maior absorção de ferro nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade. O aumento do pH do solo (Figura 5, Capítulo 1) pode ter reduzido a disponibilidade de ferro para as plantas de maracujazeiro amarelo (Malavolta, 1979), devido o elemento passar para formas insólúveis de óxidos e hidróxidos (Abreu et al., 2007), diminuindo a absorção pelas plantas.

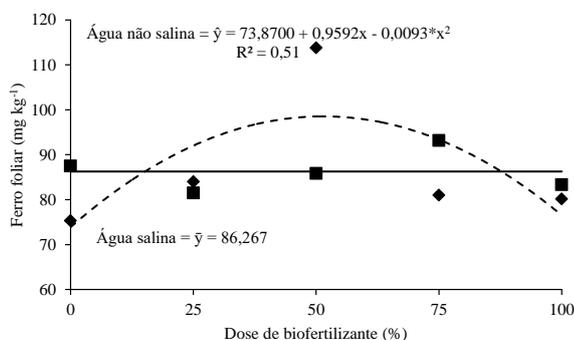


Figura 9. Teores foliares de ferro em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (----) e salina (—) em função das doses de biofertilizante bovino.

Os teores foliares de manganês dos tratamentos sem e com cloreto de potássio protegido nas plantas irrigadas com água não salina foram elevados linearmente ao nível de 0,102 e 0,064, respectivamente, por incremento unitário da dose do insumo. As plantas adubadas com KCl convencional apresentaram teor médio foliar de 26,67 mg kg⁻¹ (Figura 10A). Nas plantas irrigadas com água salina, os teores médios foram de 22,33 e 23,22 mg kg⁻¹

nos tratamentos sem e com KCl convencional. O aumento da dose do insumo elevou os teores de Mn de 21,5 para 30,3 mg kg⁻¹ da menor para maior dose do insumo, refletindo numa superioridade de 40,9% (Figura 10B). Apesar do insumo orgânico favorecer o acúmulo foliar de Mn, os valores são inferiores à faixa de 40 a 250 mg kg⁻¹ sugerida como adequada por Prado & Natale (2006). A menor acumulação nos teores deste micronutriente está relacionado ao aumento do pH da solução do solo (Figura 5, Capítulo 1). Dias (2011) não observou efeito da aplicação de biofertilizante bovino nos teores de manganês de plantas de maracujazeiro amarelo.

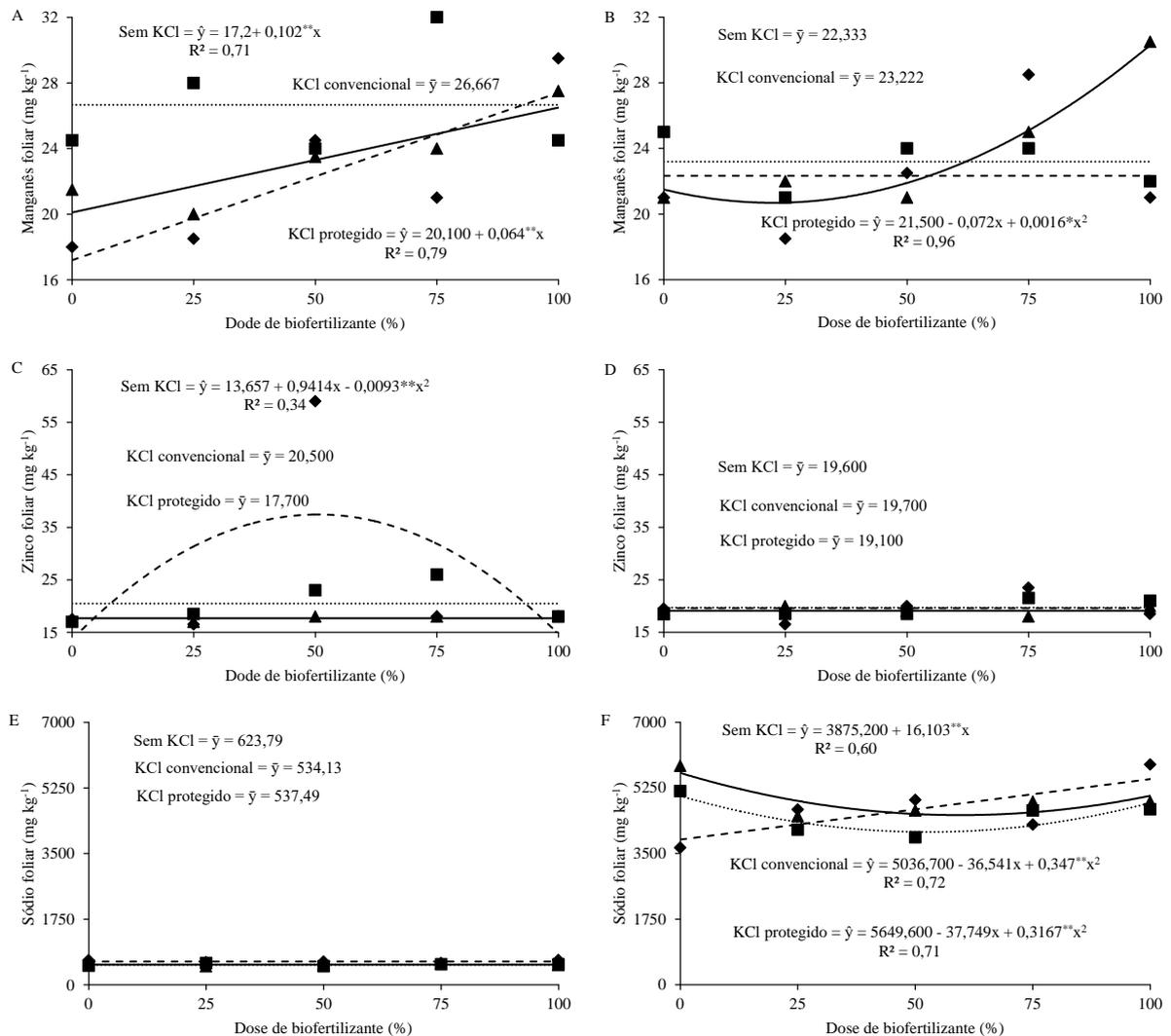


Figura 10. Teores foliares de manganês (A, B), zinco (C, D) e sódio (E, F) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (-----) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C, E) e salina (B, D, F).

Apesar do efeito significativo da interação água × potássio × biofertilizante, os teores de zinco não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, exceto nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade sem adubação potássio com teor máximo de zinco de 37,5 mg kg⁻¹ na dose de biofertilizante de 50,6% (Figura 10C, 10D). Ao relacionar os valores de 17,7 mg kg⁻¹ (Figura 10C) com 19,1 mg kg⁻¹ (Figura 10 D) das plantas adubadas com KCl revestido com polímeros irrigadas com água não salina e salina, respectivamente, constatou-se que a salinidade da água elevou em 7,9% os teores de zinco foliar do maracujazeiro amarelo. Resultados semelhantes foram observados por Freire et al. (2015), ao registrarem que a salinidade da água elevou os teores de zinco de 39,48 para 44,35 mg kg⁻¹, indicando um incremento de 12,3%. Rodrigues et al. (2009) estudando os teores de zinco em plantas de maracujazeiro adubado com potássio e biofertilizante bovino registraram teores máximos de 32,3 mg kg⁻¹. Para Malavolta et al. (1997) a faixa ótima de zinco no tecido foliar para o maracujazeiro amarelo situa-se entre 25 e 40 mg kg⁻¹.

Independentemente do tipo de cloreto de potássio utilizado, os teores foliares de sódio foram superiores nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 10E, 10F). Nos tratamentos irrigados com água não salina, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valores médios de 623,79, 534,12 e 537,49 mg kg⁻¹, no solo sem e com cloreto de potássio convencional e revestido, respectivamente (Figura 10E). O aumento das doses de biofertilizante elevou os teores de sódio de 3875,2 mg kg⁻¹ para 5485,5 mg kg⁻¹ entre as plantas sem e com a maior dose do insumo dos tratamentos irrigados com água salina (Figura 10F). Nos tratamentos adubados com cloreto de potássio convencional e protegido os teores de sódio foram reduzidos com o aumento da dose de biofertilizante (Figura 10F).

Ao relacionar os valores de 623,79 mg kg⁻¹ com 5485,5 mg kg⁻¹ constata-se que a salinidade da água de irrigação elevou em 779,7% os teores de sódio das plantas sem adubação potássica (Figura 10E, 10F). Dias (2011) registrou aumento de sódio no tecido foliar de maracujazeiro amarelo em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Por outro lado, o autor não constatou diferença significativa da variável sob diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. Freire et al. (2015) afirmam que independente da presença de biofertilizante, a salinidade da água eleva os teores foliares de sódio.

A composição química da água de irrigação (Tabela 4) contribuiu para elevar a salinidade do solo (Figura 23, Capítulo 1) elevando a disponibilidade de sódio no solo e

consequente absorção e acúmulo no tecido vegetal (Dias, 2011). Segundo Dias & Blanco (2010) teores foliares de sódio acima de 2500 mg kg⁻¹ podem provocar toxicidade por excesso deste elemento ou alterar as funções metabólicas das plantas (Taiz & Zeiger, 2013), como observado nas variáveis de condutância estomática (Figura 12), transpiração (Figura 13), fotossíntese líquida (Figura 14) e concentração interna de carbono (Figura 15).

3.2 Clorofila ‘a’, ‘b’ e total e Fluorescência da Clorofila ‘a’

Na análise fotoquímica das folhas das plantas (Tabela 8), constatou-se que apenas a fluorescência máxima, variável e a relação entre a fluorescência variável e a inicial foram influenciadas pelas fontes de potássio × doses de biofertilizante. As demais variáveis não foram influenciadas nem pelo efeito isolado das fontes de variação, nem pela interação entre ambas.

Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices de clorofila *a* (CLOR_A), clorofila *b* (CLOR_B), clorofila total (CLOR_T), fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_M), Fluorescência variável (F_V), rendimento quântico potencial (F_V/F_M) e relação F_V/F₀ em folhas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante.

F.V	G.L	CLORA	CLORB	CLORT	F ₀	F _M	F _V	F _V /F _M	F _V /F ₀
Bloco	2	24,0212 ^{ns}	3,0202 ^{ns}	43,3524*	31,8111 ^{ns}	19641,00 ^{ns}	8333,34 ^{ns}	1,079E ⁻² *	0,1768 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	0,0490 ^{ns}	13,2889 ^{ns}	14,9409 ^{ns}	182,0444 ^{ns}	3973,37 ^{ns}	9838,67 ^{ns}	1,475E ⁻³ ns	0,0201 ^{ns}
Resíduo a	2	7,2161	2,4020	1,7857	80,4777	7123,87	1919,34	4,63E ⁻⁴	0,0207
Fonte de potássio (K)	2	0,0244 ^{ns}	2,5964 ^{ns}	2,4917 ^{ns}	2801,7444 ^{ns}	7560,70 ^{ns}	3865,47 ^{ns}	7,095E ⁻³ ns	0,3328 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	1,9483 ^{ns}	2,3963 ^{ns}	8,5062 ^{ns}	488,1277 ^{ns}	49217,00 ^{ns}	38951,00 ^{ns}	6,188E ⁻³ ns	0,4205 ^{ns}
A × K	2	0,4383 ^{ns}	0,5134 ^{ns}	1,6498 ^{ns}	2458,1444 ^{ns}	15743,00 ^{ns}	5702,81 ^{ns}	3,986E ⁻³ ns	0,7764 ^{ns}
A × B	4	1,3973 ^{ns}	2,9947 ^{ns}	7,7181 ^{ns}	2006,5722 ^{ns}	21972,00 ^{ns}	36813,00 ^{ns}	9,665E ⁻³ ns	0,5210 ^{ns}
K × B	8	1,5717 ^{ns}	4,0992 ^{ns}	9,7944 ^{ns}	503,8277 ^{ns}	45641,00*	58627,00*	4,522E ⁻³ ns	0,6687*
A × K × B	8	1,7829 ^{ns}	3,3479 ^{ns}	8,9777 ^{ns}	875,0888 ^{ns}	32851,00 ^{ns}	31933,00 ^{ns}	3,545E ⁻³ ns	0,3287 ^{ns}
Resíduo b	56	1,4697	2,3173	6,5050	1122,3230	20083,00	20702,00	4,959E ⁻³	0,2953
Total	89								
CVa (%)		6,97	9,45	2,43	3,20	5,71	3,64	2,65	3,41
CVb (%)		3,15	9,28	4,64	11,95	9,59	11,94	8,76	12,55

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

Apesar de não sofrerem efeitos significativos, os valores médio de fluorescência inicial e o rendimento quântico potencial foram de 280,35 elétrons quantum⁻¹ e 0,81, respectivamente. A F₀ é definida como a intensidade de fluorescência quando todos os centros de reação do fotossistema II e as membranas fotossintéticas estão abertos (Baker & Rosenqvst, 2004; Suassuna et al., 2011). O aumento nos valores desta variável indica uma destruição do centro de reação do fotossistema II ou diminuição na capacidade de

transferência da energia, devido o desprendimento do complexo coletor de luz do complexo central desse fotossistema (Baker & Rosenqvst, 2004; Dias & Marengo, 2006).

Nos tratamentos sem adubação e com cloreto de potássio revestido com polímeros os dados relativos à fluorescência máxima, fluorescência variável e a relação fluorescência variável com a inicial não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valores médios de 1496,4 e 1472,6 elétrons quantum⁻¹ (Figura 11A), 1199,9 e 1196,4 elétrons quantum⁻¹ (Figura 11B) e 4,27 e 4,45 (Figura 11 C), respectivamente.

O aumento da dose de biofertilizante bovino nos tratamentos com cloreto de potássio convencional elevou a fluorescência máxima até o valor 1581,5 elétrons quantum⁻¹ na dose de biofertilizante de 44,95% (Figura 11A), a fluorescência variável até o valor de 1322,52 elétrons quantum⁻¹ com 51,27% do insumo natural (Figura 11B), e a relação F_v/F₀ até o valor de 4,69 na dose de biofertilizante de 53,83 (Figura 11C).

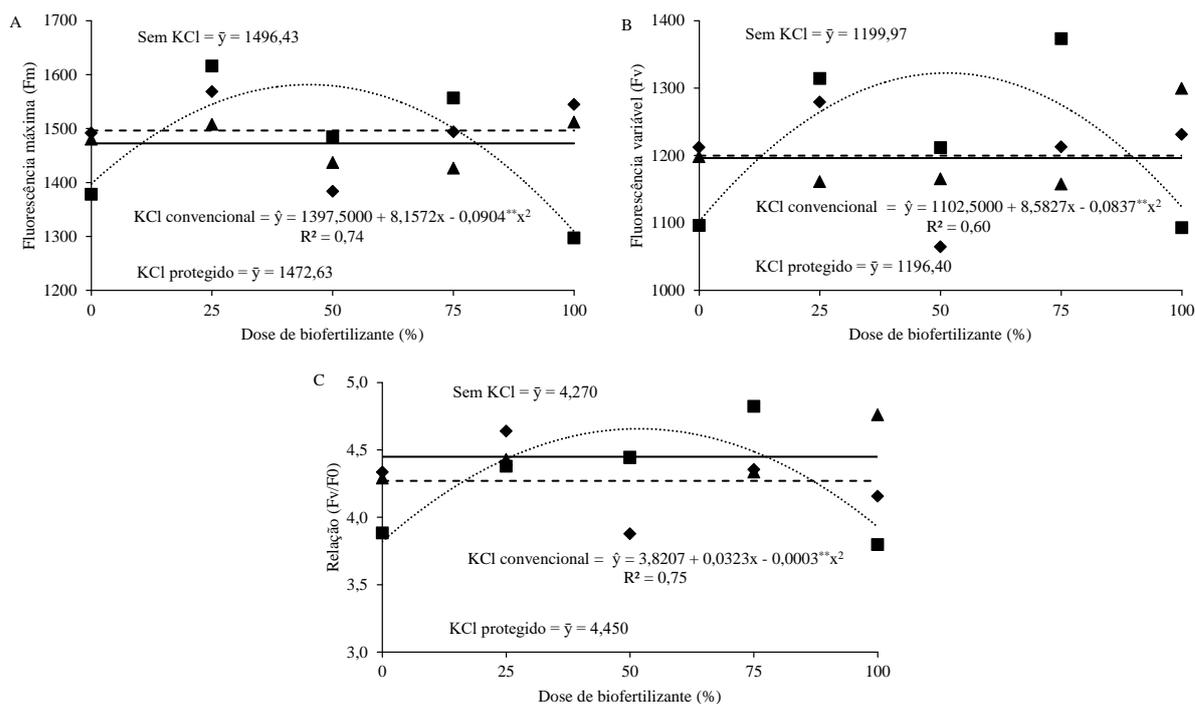


Figura 11. Fluorescência máxima (A), fluorescência variável (B) e relação fluorescência variável/fluorescência inicial (C) em folhas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—).

A fluorescência variável resulta da diferença entre a fluorescência máxima e inicial. Desse modo, os maiores valores de F_M associados à maior dose do insumo orgânico adubado

com cloreto de potássio convencional, evidenciam uma redução da deficiência na fotorredução da quinona e no fluxo de elétrons entre os fotossistemas (Tatagiba et al., 2014).

O maior valor de F_V na respectiva dose do insumo orgânico indica a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas (Baker & Rosenqvist, 2004; Suassuna et al., 2011). Freire et al. (2014) estudando a mesma variável em plantas de maracujazeiro amarelo não registraram efeito significativo da aplicação de biofertilizante na florescência máxima, porém constataram que a fluorescência máxima foi reduzida de 2256,7 para 2048,1 elétrons quantum⁻¹ nas plantas irrigadas com água não salina e salina, respectivamente.

A relação F_V/F_0 é utilizada para amplificar as pequenas variações detectadas em F_V/F_M nas plantas sobre condições de estresse (Silva et al., 2015). Freire (2011) verificou que a adição de biofertilizante ao solo elevou a relação F_V/F_0 no final da fase produtiva do maracujazeiro amarelo irrigado de 2,7 para 3,4, resultando em incremento percentual de 25,9%.

De acordo com Pereira et al. (2000), a avaliação da eficiência quântica do fotossistema II proporciona um indicativo de perturbações no sistema fotossintético causadas por estresses, visto que a diminuição indica inibição da atividade fotoquímica. Segundo Reis & Campostrini (2011) e Silva et al. (2015) plantas com valores de F_V/F_M entre 0,75 e 0,85 elétrons quantum⁻¹ estão com o aparelho fotossintético intacto, e às que apresentam valores inferiores a 0,75 elétrons quantum⁻¹ indicam que as plantas estão sobre estresse, apresentando redução do potencial fotossintético. Isso indica que as plantas do experimento apresentavam rendimento quântico em valores adequados. Para Cha-um & Kirdmanee (2011) e Freire et al. (2014) a adição de insumos orgânicos ao solo eleva a eficiência quântica potencial da atividade química do FSII.

3.3 Condutância Estomática, Transpiração, Fotossíntese Líquida e Concentração Interna de Carbono

Conforme os resumos das análises de variância pelo teste F (Tabela 9) verifica-se que nenhuma das variáveis fisiológicas avaliadas respondeu significativamente aos efeitos da interação entre água, potássio, biofertilizante bovino e safra. Entretanto, a fotossíntese líquida variou estatisticamente entre a interação fontes de potássio, época de avaliação e doses de

biofertilizante. A concentração interna de carbono foi influenciada pela interação tipo de água × doses de biofertilizante. A transpiração e a eficiência no uso da água responderam estatisticamente ao efeito isolado da época de avaliação. A interação tipo de água × dose de biofertilizante exerceu influencia na transpiração e na condutância estomática, sendo esta também influenciada pela interação fontes de potássio × época de avaliação.

Tabela 9. Valores de F calculado referentes a condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci), eficiência no uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) em plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo

Fonte de Variação	GL	gs	E	A	Ci	A/E	A/Ci
Bloco	2	4,32 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,04 ^{ns}	92,11*	24,76 ^{ns}	1,52 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	8,78 ^{ns}	19,98**	7,76 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,20 ^{ns}
Resíduo a	2						
Fonte de potássio (K)	2	2,51 ^{ns}	6,96**	2,01 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	0,62 ^{ns}	2,70*	0,94 ^{ns}	2,53 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,88 ^{ns}
A × K	2	0,82 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,33 ^{ns}	3,93*	0,74 ^{ns}	1,60 ^{ns}
A × B	4	2,75*	8,24**	2,39 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,64 ^{ns}
K × B	8	0,72 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,15 ^{ns}
A × K × B	8	1,35 ^{ns}	1,86 ^{ns}	3,00**	1,34 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,51 ^{ns}
Resíduo b	56						
Safra (S)	1	51,86**	163,36**	29,05**	1,95 ^{ns}	20,67**	0,97 ^{ns}
A × S	1	3,53 ^{ns}	0,39 ^{ns}	5,54*	0,42 ^{ns}	2,68 ^{ns}	3,15 ^{ns}
K × S	2	3,38**	0,28 ^{ns}	4,84*	1,17 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,65 ^{ns}
B × S	4	0,79 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,87 ^{ns}
A × K × S	2	0,24 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,20 ^{ns}
A × B × S	4	0,95 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,86 ^{ns}
K × B × S	8	1,62 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,55**	1,41 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,39 ^{ns}
A × K × B × S	8	0,74 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,40 ^{ns}
Resíduo c	60						
Total	179						

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

A condutância estomática das plantas de maracujazeiro amarelo nos tratamentos com água salina foram inferiores aos das plantas irrigadas com água não salina (Figura 12A). O aumento das doses de biofertilizante bovino reduziu a condutância estomática até a dose de 47,5%, com valor de 0,195 mol m⁻² s⁻¹ nas plantas irrigadas com água não salina. Nos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valor médio de 0,2414 mol m⁻² s⁻¹ (Figura 12A). Segundo Taiz & Zeiger (2013), como resposta as condições de estresse, as plantas fecham os estômatos para evitar as perdas de água, conforme registrado por Tatagiba et al. (2014) estudando as limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. Freire et al. (2014) estudando a condutância estomática em plantas de

maracujazeiro amarelo, observaram que o aumento da salinidade da água de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ reduziram os valores da condutância estomática, contudo, a aplicação de biofertilizante reduziu os efeitos deletérios dos sais às plantas, devido a melhoria do estado nutricional das plantas (Nascimento et al., 2011).

No início da primeira e segunda safra, a condutância estomática das plantas não diferiram entre os tipos de cloreto de potássio utilizado, mas superaram os da segunda safra (Figura 12B). Ao considerar a redução da produtividade na segunda safra (Capítulo 3), provavelmente, as plantas no início da floração da primeira safra estavam nutricionalmente mais equilibradas em relação ao início da segunda. Apesar da redução, os valores estão coerentes com a faixa de 0,18 para 0,34 mol m⁻² s⁻¹ registra por Freire et al. (2014) estudando a mesma cultura no solo sem e com cobertura morta irrigado com água não salina no início da floração da primeira safra.

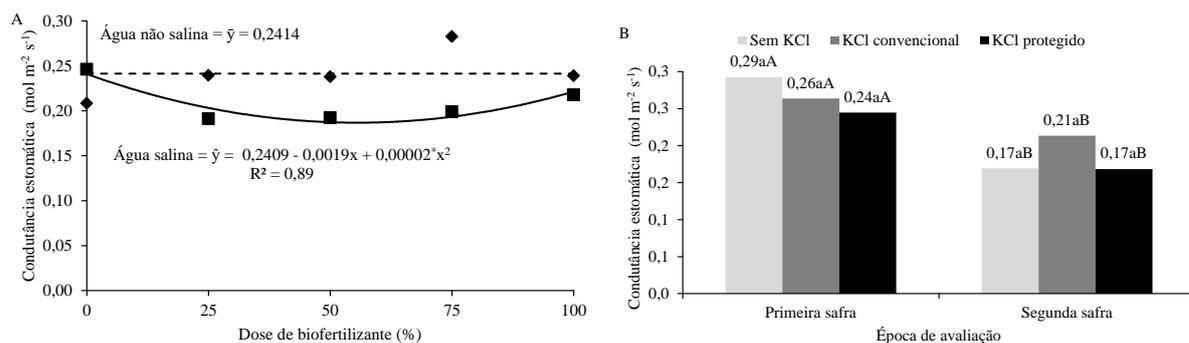


Figura 12. Condutância estomática de plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante irrigado com água não salina (----) e salina (—) [A] no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido avaliado na primeira e segunda safra [B].

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As plantas no início da primeira safra apresentam maior transpiração (5,43 mmol m⁻² s⁻¹) em relação aos valores registrados na segunda safra (3,41 mmol m⁻² s⁻¹). Ao relacionar estes valores, constatou-se que a taxa transpiratória das plantas na segunda safra foi 59,2% menor do que à da primeira (Figura 13A). Os menores valores de condutância estomática na segunda safra (Figura 12B) indicam que as plantas fecharam parte dos estômatos devido ao

estresse, resultando em taxa menor taxa transpiratória (Taiz & Zeiger, 2013; Freire et al., 2014).

O aumento da dose de biofertilizante elevou as taxas transpiratórias das plantas irrigadas com água não salina e reduziu nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 13B). Ao relacionar os valores de 4,4 e 3,8 mmol m⁻² s⁻¹ na maior dose de biofertilizante, nos tratamentos irrigados com água não salina e salina, respectivamente, constata-se que o estresse hídrico reduziu a taxa transpiratória das plantas em 15,8%. Freire et al. (2014) não constatarem efeito da interação água versus biofertilizante para a taxa transpiratória na cultura do maracujazeiro, contudo observaram que na ausência de cobertura morta, a aplicação de biofertilizante bovino reduz as taxas fotossintéticas das plantas. Tatagiba et al. (2014) afirmam que a concentração de sais reduz significativamente a taxa transpiratória de plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*).

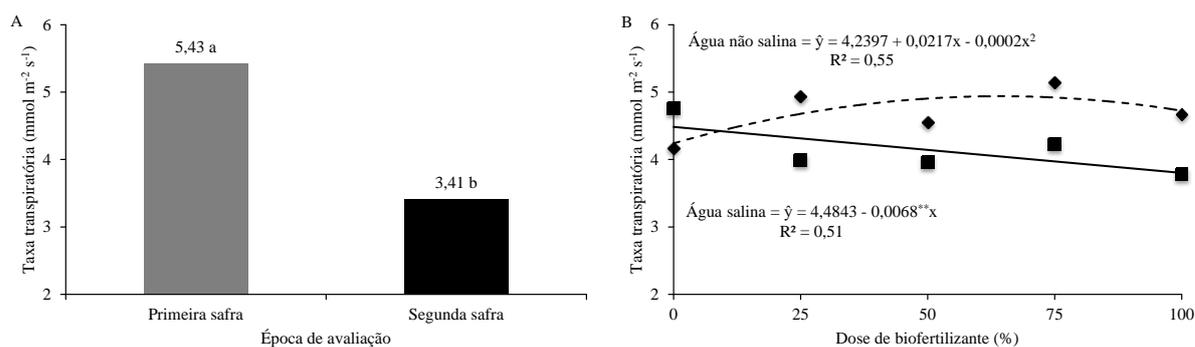


Figura 13. Taxa transpiratória de plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo na primeira e segunda safra [A], com doses de biofertilizante irrigado com água não salina (----) e salina (—) [B].

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Os valores médios de eficiência fotossintética líquida nos tratamentos irrigados com água não salina, sem e com cloreto de potássio convencional e revestido com polímeros, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valor médio de 19,75, 20,41 e 20,09 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente (Figura 14A).

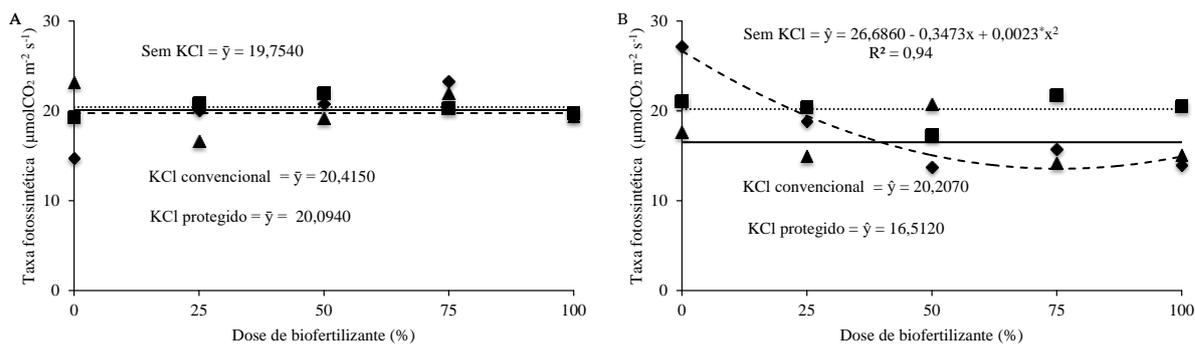


Figura 14. Taxa fotossintética em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).

Nos tratamentos irrigados com água salina sem adubação potássica, o aumento da dose de biofertilizante reduziu a eficiência fotossintética das plantas até o valor mínimo de 13,6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de biofertilizante de 75,5%. Nos tratamentos adubados com cloreto de potássio convencional e protegidos, os valores médios foram de 20,20 e 16,51 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 14B).

Ao relacionar os valores da eficiência fotossintética das plantas irrigadas com água não salina e salina verifica-se que a salinidade da água compromete a fotossíntese líquida das plantas (Figura 14). Em plantas de maracujazeiro amarelo no final da primeira safra, Freire et al. (2014) constataram que a salinidade da água de irrigação ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) reduziu em 30% a taxa fotossintética líquida em relação as plantas irrigadas com água de baixa salinidade. A taxa de assimilação líquida das plantas foi comprometida nos tratamentos com água salina devido a menor condutância estomática (Figura 12) e menor transpiração das plantas (Figura 13).

A concentração interna de carbono não diferiu entre os tipos de cloreto de potássio avaliados em cada condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 15A). Ao comparar o mesmo tipo de cloreto de potássio nas diferentes concentrações salinas da água, constatou-se que a concentração interna de carbono dos tratamentos com cloreto de potássio revestido com polímeros foi superior 17,3% nos tratamentos irrigados com água salina ($174,67 \mu\text{mol mol}^{-1}$) em relação aos irrigados com água de baixa salinidade ($148,90 \mu\text{mol mol}^{-1}$).

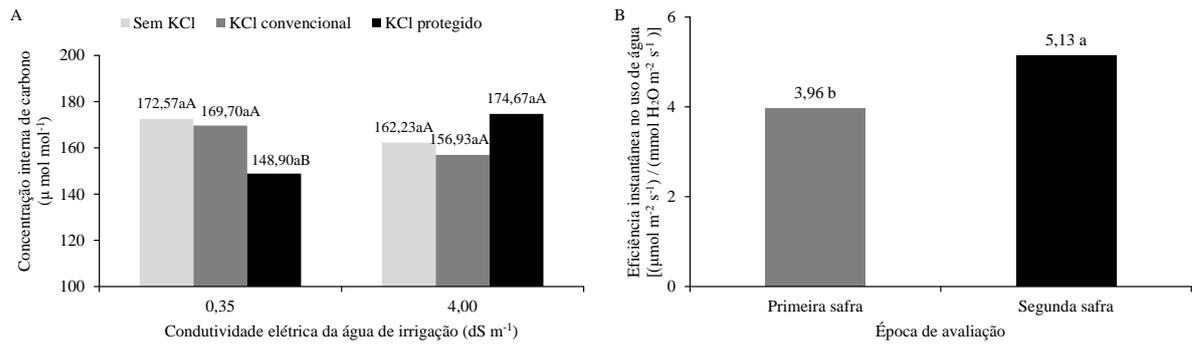


Figura 15. Concentração interna de carbono (A) e eficiência no uso da água (B) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹) no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido (A), no início da primeira e segunda safra (B).

A-Médias seguidas de mesma letra minúscula nas mesmas condições de salinidade da água e diferentes tipos de cloreto de potássio e maiúscula nas diferentes condições de salinidade da água e mesma fonte de cloreto de potássio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

B-Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Segundo Tatagiba et al. (2014) plantas submetidas ao estresse salino reduz a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida, mas eleva a concentração de carbono interno (Khavarinejad & Chaparzadeh, 1998). Isso ocorre porque a entrada de carbono para a câmara subestomática é dependente da abertura dos estômatos (Taiz & Zeiger, 2013). A tendência dos resultados corroboraram com Freire et al. (2014) para a mesma cultura, porém os valores são inferiores à amplitude de 229,4 a 259,7 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ registrada nos tratamentos irrigados com água de baixa e alta salinidade.

A eficiência no uso da água das plantas de maracujazeiro amarelo foram superiores no início da segunda safra das plantas (Figura 15B). Ao relacionar os valores de 3,96 e 5,13 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, constatou-se superioridade de 29,5% nos valores da EUA na segunda safra. Essa variável obtida pela razão entre a fotossíntese e a transpiração, indica a quantidade de carbono que a planta fixa, pela quantidade de água que a planta perde no processo transpiratório (Taiz & Zeiger, 2013).

3.4 Análises de Componentes Principais (CP)

Os elementos avaliados para determinar o estado nutricional do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante bovino, proporcionaram a formação de cinco componentes principais para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos, com variância acumulada de 76,6% (Tabela 10).

Utilizando o mesmo critério adotado no Capítulo I, as principais variáveis para explicar o primeiro componente são cálcio, magnésio e boro. No segundo componente, nitrogênio e fósforo, no terceiro CP, manganês, no quarto zinco e no quinto, cobre.

Tabela 10. Autovetores em cinco componentes principais (CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5) referentes ao estado nutricional do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina adubado com potássio e biofertilizante bovino

Característica	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Nitrogênio	-0,118	0,636	0,112	-0,203	-0,111
Fósforo	-0,244	0,499	-0,185	0,189	0,207
Potássio	-0,294	0,106	0,448	0,292	-0,178
Cálcio	0,479	0,018	0,024	-0,212	-0,144
Magnésio	0,459	0,186	-0,103	-0,095	-0,247
Enxofre	0,253	0,421	-0,377	0,122	-0,099
Boro	0,415	0,033	0,016	0,300	0,177
Cobre	-0,125	-0,126	-0,115	0,321	-0,503
Ferro	0,164	-0,001	0,422	-0,363	0,394
Manganês	0,133	0,294	0,582	0,183	-0,086
Zinco	0,239	-0,058	0,030	0,633	0,415
Sódio	-0,214	0,127	-0,262	-0,105	0,450
λ	3,571	1,740	1,527	1,198	1,588
VA	0,298	0,443	0,590	0,670	0,766

λ = Autovalor da matriz de correlação

VA = Variância acumulada.

De acordo com os escores das variáveis referentes à composição mineral das plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante bovino, verifica-se a formação de seis grupos (Figura 16). Verifica-se que o grupo formado pelo tratamento NT50 apresenta maiores escores no primeiro componente principal, com maiores valores nos teores foliares de cálcio, magnésio e boro. O grupo formado pelos tratamentos NC100 e SC0 apresentam maiores escores no segundo componente principal, refletindo em maiores valores de nitrogênio e fósforo. O grupo formado pelos tratamentos NC75 e NC25 apresenta maior escore no CP3, e conseqüentemente, maior teor de manganês.

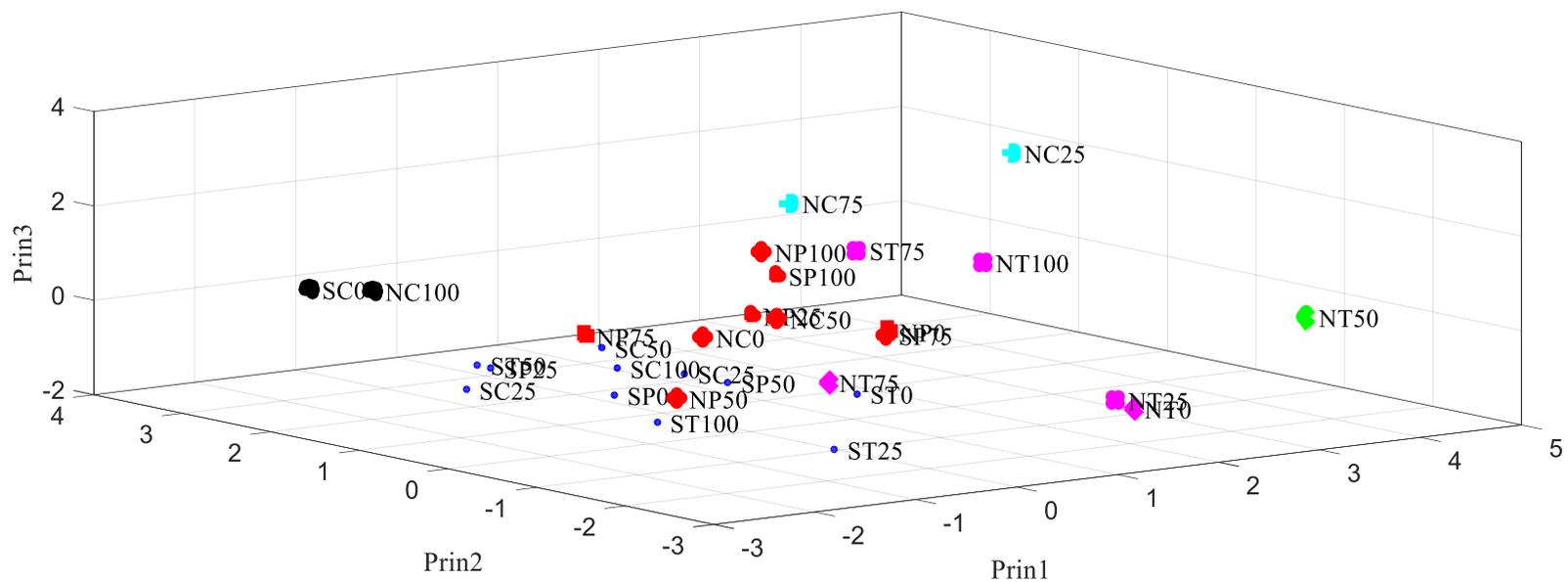


Figura 16. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3.

Água: N ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$), S ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$); Tipo de potássio: T (Sem), C (Cloreto de potássio convencional) e P (Cloreto de potássio revestido com polímeros); Biofertilizante: 0, 25, 50, 75 e 100%.

4 CONCLUSÕES

No início da floração, as plantas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' estavam adequadamente supridas em N, P, K e deficientes em cálcio, magnésio, boro, ferro, cobre, manganês e zinco.

O biofertilizante bovino estimulou a acumulação foliar de P, K, Ca, B, Mn e Zn das plantas sem adubação potássica irrigadas com água não salina, e de K, Cu e Na das plantas irrigadas com água salina.

O biofertilizante bovino associado à adubação com cloreto de potássio convencional elevou a fluorescência máxima, a fluorescência variável e a relação F_M/F_0 do maracujazeiro amarelo.

A salinidade da água de irrigação reduziu à condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida, e nos tratamentos com cloreto de potássio revestido com polímeros elevou a concentração interna de carbono.

A transpiração diminuiu e a eficiência do uso da água pelas plantas aumentou da primeira para a segunda safra.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 645 - 736, 2007.
- 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).
- BAKER, N. R.; ROSENQVST E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 1607-1621, 2004.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 247 p.
- BAR, Y.; APELBAUN, A.; KAFKAFI, U.; GOREN, R. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 20, n. 6, p.715-731, 1997.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L. S.; CANELLA, L. P.; Camargo, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Metrópole, 2008, p. 7-25.
- BENBOUALLI, E. H.; HAMOUDI, S. A. A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower cheliff plain (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2141-2152, 2013.
- BORGES, A. L. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa, 2002, 8p. (Circular Técnica 50).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório e conhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAIDSUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso da água salina na agricultura. In: **Algumas frutíferas e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. 148 p.

CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, supl. 1, p. 699-705, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; LOPES, E. DINIZ, A. A.; SEABRA FILHO, G. Q.; DANTAS, T. A. G.; NUNES, J. C. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 69-80, 2014.

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.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

CHILUNDO, M.; JOEL, A.; WESSTRÖM, I.; BRITO, R.; MESSING, I. Effects of reduced irrigation dose and slow release fertilizer on nitrogen use efficiency and crop yield in a semi-arid loamy sand. **Agricultural Water Management**, v. 168, p. 68-77, 2016.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; FERREIRA, C. E.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 275-284, 2006.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Photoinhibition of photosynthesis in *Minquartia guianensis* and *Swietenia macrophylla* inferred by monitoring the initial fluorescence. **Photosynthetica**, v. 44, p. 235-240, 2006.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LARCERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Parte III. Cap. 9, p. 129 - 141, 2010.

DIAS, T. J. **Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. Areia. 2011. 173f. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. S.; DANTAS, L. A.; DANTAS, M. M. M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, v. 1, n. 27, p. 19-29, 2015.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 470-475, 2013.

EL-HENDAWY, S.; HU, Y.; SCHIMIDHALTER, U. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, p. 123-134, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa - CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030)**. Porto Alegre, Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia, 2011. 185 f. Trabalho de Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2011.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DANTAS, M. M. M.; MEDEIROS, L. P. M.; AZEVEDO, T. A. O. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, 57-70, 2013.

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

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 78, n. 1, p. 127-157, 1999.

INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA - INTERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. **Diário Oficial**, Cabedelo, 2008.

KHAVARINEJAD, R.A.; CHAPARZADEH, N. The effects of NaCl and CaCl₂ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. **Photosynthetica**, v.35, p.461-466, 1998.

LITTLE, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1216-1231, 1998.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4a edição. São Paulo SP, Editora Agronomia Ceres, 1979. 255 p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. Princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1997, 319p.
- MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A.; AL-MUTANA, M. M. Transport protein and salt tolerance in plants. **Plant Science**, v.146, n.6, p.891-900, 2003.
- MAPA, 2010. Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento. **Agrofit**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>. Acesso em 26/15/2013.
- MARIANO, E.; COSTA, H. T.; CORRALES, R. A. F.; VITTI, G. C. **Adubos e Adubação**. Revisão de literatura. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011, 36 p.
- MARROCOS, S. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANJEIRO, L. C.; ANBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34 - 43 2012.
- MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651p.
- MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 345, p. 659 -668, 2000.
- MENDONCA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Ponte Nova: D&M Gráfica e Editora Ltda, 2005. 107 p
- MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; MACHADO, J. R.; GOULART JÚNIOR, S. A. R.; TOSTA, J. S.; BISCARO, G. A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.
- MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTI, L. F.; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 222-239, 2012.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Plant Biology**, v.59, p. 651-681, 2008.

- NACHTIGALL, G. R.; RAIJ, B. V. Análise e interpretação do potássio no solo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS. Cap. 4, p.93-118, 2005.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; MEDEIROS, S. A. S.; DIAS, T. J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Irriga**, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015.
- 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**, v. 33, suplemento 1, p. 729-735, 2011.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, F. F. Seedlings of yellow passion fruit in soils degraded by salts treated with bovine biofertilizer. **Científica**, v. 44, n. 1, p. 91-101, 2016.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 245-256.
- PEREIRA, W. E.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, C.; PUIATTI, M. Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 157, p. 513-520, 2000.
- PRADO, R. M.; NATALE W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil**. Uberlândia: EDUFU, 2006. 192p.
- REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 17,n. 1-4, p. 284-295, 2011.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro- -amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n.2, p. 117-124, 2009.

- ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning and mutual relationships. **Photosynthetica**, v. 40, n. 1, p. 13-29, 2002.
- SANCHEZ, D. H.; SIAHPOOSH, M. R.; ROESSNER, U.; UDVARDI, M.; KOPKA, J. Plant metabolomics reveals conserved and divergent metabolic responses to salinity. **Physiologia Plantarum**, v. 132, n. 2, p. 209-219, 2008.
- SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. EMATER-RIO, 1992, 16p.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.
- SILVA, E. N. **Análise de medidas repetidas em ensaios varietais da cana-de-açúcar**. Goiânia: 2011. 96f. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Goiás.
- SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FIGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.
- SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.
- SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, R. S.; SOUSA, M. S. S. Eficiência fotoquímica e produtividade de frutos de meloeiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n. 4, p.1251-1262, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 820 p.
- TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p.138-149, 2014.
- VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**, v. 255, p. 571-586, 2003.

WU, L.; LIU, M.; LIANG, R. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention. **Bioresource Technol**, v. 99, p. 547-554, 2008.

YOSHIDA, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. **Journal Bioscience Bioengineering**, v. 94, n.4, p. 585-590, 2002.

CAPÍTULO III

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SOLO COM BIOFERTILIZANTE E POTÁSSIO

RESUMO

A salinidade da água de irrigação pode promover perdas na produção e qualidade dos frutos da maioria das plantas de importância comercial, inclusive do maracujazeiro amarelo. Nesse sentido, um experimento foi desenvolvido no município de Remígio - PB, durante o período de maio de 2013 a maio de 2014, para avaliar a irrigação do maracujazeiro amarelo 'BRS Gigante Amarelo' com água não salina e salina em solo com biofertilizante bovino e potássio nos componentes de produção e na qualidade dos frutos. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial $2 \times 3 \times 5 \times 2$, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m^{-1}), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e de liberação lenta), cinco doses de biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m^{-2}) e duas safras (sub-subparcela), com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliar a qualidade dos frutos, foi adotado o mesmo esquema fatorial supramencionado, exceto o fator safra. Nenhum dos componentes de produção respondeu significativamente a interação entre água, potássio, biofertilizante bovino e safra. A interação entre os tipos de água \times tipos de potássio \times dose de biofertilizante bovino exerceu efeitos significativos no diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, na firmeza, no rendimento em polpa e na acidez titulável dos frutos. O número de frutos, a produção por planta e a produtividade diminuíram da primeira para a segunda safra. O biofertilizante associado à adubação potássica elevou os componentes de produção do maracujazeiro amarelo. A irrigação com água salina prejudicou a massa média dos frutos de maracujazeiro amarelo. Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, rendimento em polpa e vitamina C dos frutos estavam adequados aos padrões de consumo exigidos pelo mercado.

Palavras chaves: *Passiflora edulis* Sims, adubação, insumo orgânico.

**PRODUCTION COMPOUNDS AND FRUIT QUALITY OF YELLOW PASSION
FRUIT IRRIGATED WITH SALINE WATER IN THE SOIL WITH
BIOFERTILIZER AND POTASSIUM**

ABSTRACT

The salinity of the irrigation water can cause losses in production and fruit quality of most commercially important plants, including the yellow passion fruit. In this sense, an experiment was conducted in the municipality of Remigio - PB, during the period from May 2013 to May 2014, to evaluate the irrigation of yellow passion fruit 'BRS Yellow Giant' with non-saline and saline water in soil with biofertilizer bovine and potassium in the production of components and fruit quality. The treatments were arranged in a randomized block design with split plot, using $2 \times 3 \times 5 \times 2$ factorial scheme, referring to two levels of electrical conductivity of irrigation water in the principal plot (0.35 and 4.00 dS m⁻¹) and subplots, the combination of three sources of potassium (without fertilization, fertilized with conventional potassium chloride and slow release), five doses of biofertilizer (0, 25, 50, 75 and 100% of dose of 15 L m⁻²) and two yields (sub-subplot) with three replications and four plants per plot. To evaluate the quality of the fruit, it was adopted even aforementioned factorial scheme except the factor yield. None of the production compounds responded significantly to interaction among water, potassium, cattle biofertilizer and yield. Interaction among types of water \times types of potassium \times cattle biofertilizer provided significant effects in the fruit transversal and longitudinal diameter, firmness, pulp yield and titratable acidity. The number of fruits, production per plant and productivity declined from the first to the second yield. The biofertilizer associated to potassium fertilization led the yellow passion fruit production components. Irrigation with saline water has damaged the average weight of the fruits of yellow passion fruit. Soluble solids content, titratable acidity, pulp yield and vitamin C of the fruit were adequate for consumption standards required by the market.

Key words: *Passiflora edulis* Sims, fertilizing, organic input

1 INTRODUÇÃO

A atividade frutícola no Brasil se destaca na agricultura mundial e dentre as frutíferas, o maracujazeiro amarelo, pela sua importância social e econômica no setor agrícola brasileiro. O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial do maracujazeiro amarelo com produção de 838.244 toneladas de frutos no ano de 2014 (IBGE, 2015), contribuindo com destaque no agronegócio da produção de frutas do setor agrícola (Agrianual, 2015). Apesar da importância econômica da cultura para o país, a média de produtividade no Nordeste é baixa (13,56 t ha⁻¹), se comparada à produtividade obtida na região Sudeste (21,06 t ha⁻¹). No estado da Paraíba, a produção ainda é modesta, com produtividade de apenas 8,88 t ha⁻¹ (IBGE, 2015).

O Nordeste do Brasil apresenta altas taxas evaporativas e irregularidade de precipitação, deficiência no manejo das adubações e geralmente, mananciais com água que oferecem restrição à maioria das culturas de importância econômica. Essas situações associadas, muitas vezes, ao manejo inadequado da irrigação elevam os riscos de salinização (Cavalcante et al., 2010), contribuindo para as baixas produtividades e qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo (Freire et al., 2010; Dias et al., 2011a; Dias et al., 2012).

Desta maneira, faz-se necessário a busca por tecnologias de manejo que possibilitem a exploração de áreas irrigadas com água salina. O biofertilizante bovino tem sido testado na atenuação dos efeitos deletérios dos sais, com resultados promissores no crescimento de mudas (Campos et al., 2011; Mesquita et al., 2012; Nunes et al., 2016), no desenvolvimento inicial das plantas (Freire et al., 2012; Dias et al., 2013) e na produção e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo (Dias et al., 2011b; Dias et al., 2012; Nascimento et al., 2015).

Além da aplicação de insumos orgânicos, faz-se necessário avaliar o emprego de fertilizantes como meta de incrementar a produção e a qualidade dos frutos. Dentre os componentes da fertilidade do solo, o potássio participa na ativação de enzimas envolvidas no processo respiratório, na fotossíntese, no controle da abertura e do fechamento, na osmorregulação das plantas, na turgidez celular e na qualidade dos frutos (Taiz & Zeiger, 2013). Gurgel et al. (2010), Diniz Neto et al. (2014) e Prazeres et al. (2015) estudando a interação salinidade versus potássio na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.), da oiticica (*Licania rigida* Benth) e do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), respectivamente, verificaram que a aplicação de potássio no solo reduz os efeitos degenerativos da salinidade.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a irrigação do maracujazeiro amarelo 'BRS Gigante Amarelo' com água não salina e salina em solo com biofertilizante bovino e potássio nos componentes de produção e na qualidade de frutos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, Clima e Solo da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido durante o período de maio de 2013 a maio de 2014, na propriedade Sítio Macaquinhos, no município de Remígio, PB, localizada a 16 km do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CCA/UFPB, nas coordenadas geográficas de 7° 00' 15" S, 35° 47' 55" W e altitude de 561,7 m, situado fisiograficamente na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Curimataú Ocidental (Interpa, 2008).

O município é caracterizado por apresentar clima quente e seco, do tipo As', conforme classificação de Köppen (Brasil, 1972), com estação chuvosa iniciando em março e término em agosto, podendo se prolongar até setembro, com precipitação anual pluviométrica inferior a 1000 mm (Tabela 1). A temperatura média anual de 24°C e umidade relativa do ar oscilando entre 70 e 80%.

Tabela 1. Valores mensais de precipitação no local do experimento, referentes aos anos de 2013 e 2014

Meses	Precipitação (mm)	
	2013	2014
Janeiro	38	35
Fevereiro	66	117
Março	41	53
Abril	133	30
Mai	58	100
Junho	155	110
Julho	118	155
Agosto	82	37
Setembro	30	129
Outubro	13	49
Novembro	21	20
Dezembro	43	9
Total	798	844

Fonte: Pluviômetro instalado no local do experimento.

O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, não salino (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo nas profundidades (0-20 e 21-40 cm) para caracterização química quanto à fertilidade (Tabela 2) e salinidade quanto aos atributos físicos (Tabela 3) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

Tabela 2. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0-20 e 21-40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	M.OS
	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----					---%---	-g kg ⁻¹ -
(0 – 20 cm)	6,00	23,51	81,34	0,07	1,32	0	2,45	0,35	3,08	4,40	70,00	6,41
(21 – 40 cm)	6,21	12,06	76,04	0,07	1,48	0	2,20	0,60	3,05	4,54	67,18	4,14
E. Bovino	8,64	36,11	7892,3	3,86	-	-	5,40	4,5	-	-	-	591,68

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC) × 100; MOS = Matéria orgânica do solo

Tabela 3. Atributos químicos, quanto à salinidade, e físicos do solo no início do experimento, nas camadas de 0-20 cm e de 21-40 cm, média de quatro repetições

Atributos químicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm	Atributos físicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm
CEes a 25°C (dS m ⁻¹)	0,43	0,29	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,61	1,59
pH	6,93	6,67	Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,66	2,65
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,87	0,72	Porosidade Total (m ³ m ⁻³)	0,39	0,40
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,78	0,55	Areia (g kg ⁻¹)	847	821
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,11	1,32	Silte (g kg ⁻¹)	102	124
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,56	0,34	Argila (g kg ⁻¹)	51	55
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,66	1,93	Ada(g kg ⁻¹)	13	13
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	GF (%)	74,5	76,4
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,89	0,61	ID (%)	25,5	23,6
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,67	0,31	Ucc (g kg ⁻¹)	98,1	99,1
RAS (mmol L ⁻¹)	2,32	1,66	Upmp (g kg ⁻¹)	43	45
PST(%)	1,59	1,54	Adi (g kg ⁻¹)	55,1	54,1
Classificação	NS	NS	Classificação textural	Areia Franca	

RAS = Relação de adsorção de sódio = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$; PST = Percentagem de sódio trocável = $100 \times (Na^+ / CTC)$; NS = Não salino; GF = Grau de flocculação; ID = Índice de dispersão = $100 - GF$; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente.

2.2 Delineamento Experimental

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, usando o esquema fatorial $2 \times 3 \times 5 \times 2$, referentes a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na parcela principal (0,35 e 4,00 dS m⁻¹), e na subparcela, a combinação de três fontes de potássio (sem adubação, adubado com cloreto de potássio convencional e com cloreto de potássio de liberação lenta (revestido com polímeros)), cinco doses de biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100% da dose de 15 L m⁻² recomendada por Santos (1992) e Diniz (2009), aplicado 24 horas antes do transplante e a cada 90 dias), e duas safras (de 16/12/2013 a 20/02/2014 e 12/03/2014 a 12/05/2014) com três repetições e quatro plantas por parcela. Para avaliar a qualidade dos frutos, foi adotado o mesmo esquema fatorial supramencionado, exceto o fator safra.

2.3 Preparo das Mudanças para Plantio

O substrato para produção das mudas foi preparado na proporção de 2:1, duas partes de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo (Tabela 2), para uma parte de esterco bovino, com relação C/N de 18:1, e a cada 100 kg do substrato foi adicionado 1 kg de Fosmag (18% de P₂O₅; 14,0% de Ca; 3,5% de Mg; 10,0% de S; 0,15% de B; 0,65% de Zn e 0,18% de Cu).

As mudas do maracujazeiro foram obtidas por via seminífera, no final de abril de 2013. As sementes híbridas cultivar BRS Gigante Amarelo foram adquiridas na Embrapa Cerrados, e possuíam germinação de 78%. Foram utilizadas bolsas de polietileno com

capacidade para 1,5 litros, e em cada bolsa foram semeadas cinco sementes. Aos 15 dias após a emergência, foi realizado o desbaste das plântulas mantendo-se a planta mais vigorosa.

2.4 Preparo e Enchimento das Covas

Ao admitir que a maior parte das raízes do maracujazeiro amarelo se situam a 50 cm do caule e a 40 cm da superfície do solo (Sousa et al., 2002), as covas foram abertas nas dimensões de 40 × 40 × 50 cm (Figura 1), distanciadas de 3 m entre plantas e 2 m entre linhas, relativo a uma densidade de 1.666 plantas por hectare.

O material dos primeiros 20 cm de cada cova recebeu uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico que continha 48% CaO, 4,5% MgO e 78% de PRNT misturada com 25% de gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) com 24% CaO, 16% S, 0,81% P_2O_5 e 14% de umidade, juntamente com 10 litros de esterco bovino de relação C/N (18:1), descontada a umidade de 8%.



Figura 1. Abertura (A), preparo (B) e enchimento (C) das covas para plantio de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

2.5 Transplântio das Mudanças e Condução do Experimento

O transplântio das mudas foi realizado em 16 de julho de 2013, procedendo à padronização das mudas, levando em consideração três critérios; mudas com altura entre 25-35 cm, cinco ou seis pares de folhas e que estivessem emitindo primeiras gavinhas.

O sistema de sustentação das plantas foi em espaldeira, com altura de 2,2 m de altura do solo, utilizando arame liso nº 12 instalado no topo das estacas, no espaçamento de 3 m × 2 m. As mudas foram conduzidas em haste única até atingirem o arame de sustentação no topo das estacas, sendo realizada uma poda quando esses atingiram 15 cm acima da espaldeira, para emissão de dois ramos laterais, que foram conduzidos em sentidos opostos, procedendo a poda quando esses atingiram 1,5 m. Os ramos terciários foram podados a 30 cm de distância

do solo. Durante o período de formação da cultura foram realizadas podas para a retirada das gavinhas.

Os tratos culturais e manejos fitossanitários foram realizados sempre que necessário, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura. Foram utilizados, quando necessário, agentes químicos de controle de pragas e doenças (Deltametrina, Methomyl e Tebuconazole), de acordo com as recomendações do MAPA (2010).

No início de cada floração, as plantas foram polinizadas naturalmente pelas mamangavas (*Xylocopa* spp.) e complementadas com a polinização manual, realizadas no período da tarde, devido as flores da cultura abrirem na região no horário compreendido entre as 11h30 às 14h00 horas.

2.6 Preparo e Aplicação da Água Salina e das Doses de Biofertilizante

A preparação das águas com seus respectivos níveis salinos, foi realizada semanalmente pela diluição de cloreto de sódio moído não iodado da marca Vitalal[®] com uma água não salina (C₁S₁) de barragem da propriedade Macaquinhos, armazenadas em caixas de fibra de vidro com capacidade para 3 m³ e cobertas para evitar a evaporação e consequentemente alteração na condutividade elétrica.

O biofertilizante bovino foi produzido conforme recomendação de Diniz et al. (2013). Para produzir o biofertilizante adicionaram-se partes iguais de água (não salina e não clorada) e esterco fresco de bovino em recipiente que não sofra oxidação, mantendo-se 20% do seu volume, para que seja ocupado pelo gás metano produzido durante a fermentação. Para liberação do gás produzido pelas bactérias conectou-se uma extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor mantendo a outra submersa em um recipiente com água.

As doses de biofertilizante, nas suas respectivas concentrações (0, 25, 50, 75 e 100% da dose recomendada, 15 litros m⁻² (Santos, 1992; Diniz, 2009), aplicado 24 horas antes do transplântio e reaplicado a cada 90 dias após o plantio), foram preparadas diluindo-se o insumo natural na água de irrigação em caixas de fibra de vidro com capacidade para 1 m³ (Figura 2), em seguida media-se a condutividade elétrica da mistura biofertilizante e água (Tabela 4) e fornecia-se manualmente 7,5 L de cada mistura às plantas.



Figura 2. Diluição (A), aplicação (B) e pós-aplicação (C) do biofertilizante bovino no solo com plantas maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

Tabela 4. Composição química das águas de irrigação e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade

Variáveis	Tipo de água		Doses de biofertilizante (%)			
	ANS	AS	25	50	75	100
pH	6,12	6,25	6,28	6,37	6,50	7,68
CE (mS cm ⁻¹)	0,35	4,00	1,90	3,10	3,69	4,55
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,57	12,83	1,71	1,49	1,58	1,92
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,19	2,51	3,31	6,97	8,61	10,26
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,59	7,92	5,46	8,85	10,55	13,02
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,48	29,31	3,57	4,18	4,88	6,56
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,19	0,38	6,52	10,47	12,59	15,53
SC (mmol _c L ⁻¹)	3,45	40,12	18,86	30,47	36,63	45,37
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Aus	0,11	Aus	Aus	Aus	Aus
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,54	2,85	2,87	4,65	5,59	6,79
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,51	36,56	13,51	21,97	25,48	32,02
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,36	0,24	2,82	3,53	5,69	6,67
SA (mmol _c L ⁻¹)	3,41	39,65	12,20	30,15	36,76	45,48
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁	C ₃ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁

A_{NS} = Água não salina de barragem superficial; AS = Água salina rica em cloreto de sódio; RAS = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$; SC = Soma de cátions; SA = Soma de ânions; C₁, C₃ e C₄ = Risco baixo, alto e muito alto de salinizar o solo, em relação a água de irrigação; S₁ = Risco baixo de sodificação do solo com a irrigação

Na matéria seca do biofertilizante foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 5), conforme sugestões e metodologias da Embrapa (2011).

Tabela 5. Atributos químicos do biofertilizante aplicado ao solo (Biofertilizante puro)

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
21,8	7,4	14,7	8,8	8,0	3,3	17,0	23,5	1875,0	365,0	148,5	2975,03

*Média de três repetições

Os teores de ácido fúlvico, ácido húmico e humina, determinado no biofertilizante puro, conforme metodologia sugerido por Mendonça & Matos (2005), foram respectivamente, 0,36 mg g⁻¹, 0,05 mg g⁻¹ e 4,12 mg g⁻¹.

2.7 Adubação e Irrigação das Plantas

No dia do plantio foram fornecidos 5 g de ureia (45% N), 10 g de superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de cálcio (Ca) e 8% de enxofre (S)) e 5 g de cloreto de potássio convencional e protegido com polímeros orgânicos (60% K₂O) por cova. Durante a execução do experimento, foram aplicados 670 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia, 880 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples (18 % P₂O₅, 20 % Ca e 12 % S) e 476 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio. A ureia e cada fonte de potássio foram distribuídas mensalmente (Borges et al., 2002) e a adubação fosfatada foi aplicada a cada dois meses como indicado na Figura 3.



Figura 3. Adubação com cloreto de potássio em plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo

A irrigação com ambas as águas foi realizada a cada 48 horas pelo método de aplicação localizada por gotejamento usando dois gotejadores por planta, com vazão de 10 L h⁻¹. A lâmina de irrigação foi calculada com base na lâmina máxima diária de evapotranspiração potencial (ET_o) de 14 L planta⁻¹ dia⁻¹ obtida pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' (ET_o = ET_a x 0,75), instalado no local do experimento (ET_o = ET x 0,75) e

por cada coeficiente de cultivo - Kc de 0,4; 0,8 e 1,2 para o cálculo da evapotranspiração da cultura - ETc ($ETc = ETo \times Kc$), respectivamente, referente aos primeiros 60 DAT, dos 60 aos 90 DAT e a partir da floração até a colheita. Nos tratamentos com água de 4,00 dS m⁻¹, apesar da textura arenosa do solo, foi aplicada uma lâmina de irrigação 10% superior para redução dos riscos de salinidade às plantas pela lixiviação dos sais do ambiente radicular (Ayers & Westcot, 1999).

2.8 Variáveis Analisadas

2.8.1 Componentes de produção

Durante os dois ciclos, as colheitas foram realizadas a cada dois dias, retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 40% da área da casca amarelada (Gondim et al., 2012), em seguida foram acondicionados em caixa plástica para obtenção do número de frutos por planta, massa média de frutos, produção por planta e produtividade.

2.8.2 Qualidade dos frutos

Aos 180 dias após o transplântio, quando todas as plantas estavam em plena produção, foram colhidos dois frutos ao acaso por planta, de cada tratamento, com maturação homogênea, e transportados para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita da UFPB, Campus II-Areia-PB, para caracterização com base nas características físico-químicas (Figura 4). O diâmetro longitudinal, transversal e espessura da casca, nos quatro quadrantes de cada casca, foram medidos com paquímetro digital modelo Digimess[®]. A firmeza dos frutos foi medida através do penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, sendo feitas duas leituras na região equatorial do fruto íntegro em lados opostos. O rendimento em polpa foi determinado pela relação entre a massa da polpa e a massa do fruto.

O pH da polpa foi obtido com pHmetro de mesa GLP - Iones Seletivos - Modelo HI 253, Hanna Instruments. Os sólidos solúveis - SS foram determinados por leitura direta em refratômetro de bancada tipo ABBE com controle de temperatura (20°C). A acidez titulável (AT – g. ácido cítrico. 100 g⁻¹ de polpa) foi determinada por titulometria utilizando-se solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 10 g da amostra em 50 mL de água destilada. A Relação SS/AT: mediante divisão dos índices de SS por AT (Chitarra e Chitarra, 2005; Instituto Adolf Lutz, 2005). A vitamina C do suco foi determinada por titulometria, através da solução de DFI (2,6

diclo-fenolindofenol), utilizando 1 mL de suco diluído em 50 mL de ácido oxálico a 0,5%, conforme metodologia do Instituto Adolf Lutz (2005).



Figura 4. Recepção dos frutos de maracujazeiro ‘BRS Gigante Amarelo’ para avaliação da qualidade físico-química

2.9 Avaliação Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes aos tipos de água foram comparadas pelo teste ‘F’ que é conclusivo para dois fatores (Banzatto & Kronka, 2006), as relativas à adubação potássica pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, as doses do biofertilizante por regressão e as relativas às safras por medidas repetidas no tempo (Littel et al., 1998; Silva, 2011). Realizou-se também análises de componentes principais, utilizando o software SAS[®] versão 9.3 (SAS[®], 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Componentes da Produção

Conforme os resumos das análises de variância pelo teste F (Tabela 6), verifica-se que nenhum dos componentes da produção respondeu significativamente aos efeitos da interação entre água, potássio, biofertilizante bovino e safra. Entretanto, o número de frutos por planta variou estatisticamente entre as safras, a massa média dos frutos respondeu aos efeitos isolados das águas de irrigação e entre as safras, bem como aos efeitos da interação água × safra. Constata-se também que a produção por planta e produtividade foram influenciadas significativamente pela interação entre biofertilizante e potássio (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de F calculado referentes ao número de frutos por planta (NFplanta), massa média de frutos (MMfruto), produção por planta (PPplanta) e produtividade (Product) de planta de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo

Fonte de Variação	GL	NFplanta	MMfruto	PPplanta	Product
Bloco	2	15,52 ^{ns}	12,13 ^{ns}	11,90 ^{ns}	13,72 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	1,27 ^{ns}	196,93 ^{**}	7,03 ^{ns}	7,40 ^{ns}
Resíduo a	2				
Fonte de potássio (K)	2	0,84 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	1,84 ^{ns}	1,86 ^{ns}	2,54 [*]	2,44 ^{ns}
A × K	2	0,12 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,09 ^{ns}
A × B	4	1,54 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,47 ^{ns}
K × B	8	1,51 ^{ns}	1,38 ^{ns}	3,22 ^{**}	3,22 ^{**}
A × K × B	8	1,57 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,31 ^{ns}
Resíduo b	56				
Safra (S)	1	86,57 ^{**}	233,64 ^{**}	14,97 ^{**}	15,71 ^{**}
A × S	1	3,91 ^{ns}	4,53 [*]	1,57 ^{ns}	1,81 ^{ns}
K × S	2	0,34 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,39 ^{ns}
B × S	4	0,94 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,58 ^{ns}
A × K × S	2	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,28 ^{ns}
A × B × S	4	0,05 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,50 ^{ns}
K × B × S	8	0,49 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,97 ^{ns}
A × K × B × S	8	1,61 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,73 ^{ns}
Resíduo c	60				
Total	179				

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

O número de frutos colhidos por planta foi reduzido da primeira para segunda safra (Figura 5A). Ao relacionar os valores de 66,28 e 52,75 frutos planta⁻¹ da primeira e segunda safra, respectivamente, registra-se uma perda de 25,6% no número de frutos por planta colhidos no período da segunda colheita (Figura 5A). Apesar da redução na segunda safra, os valores superam a faixa de 21 a 43 frutos planta⁻¹ registrado por Freire (2011) estudando a mesma cultura irrigada com água não salina e salina na presença de biofertilizante bovino.

Esse número de frutos é considerado satisfatório em comparação aos 34 frutos planta⁻¹ colhidos por Soares et al. (2008) avaliando a produção de maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas de 0,2 a 5,0 dS m⁻¹.

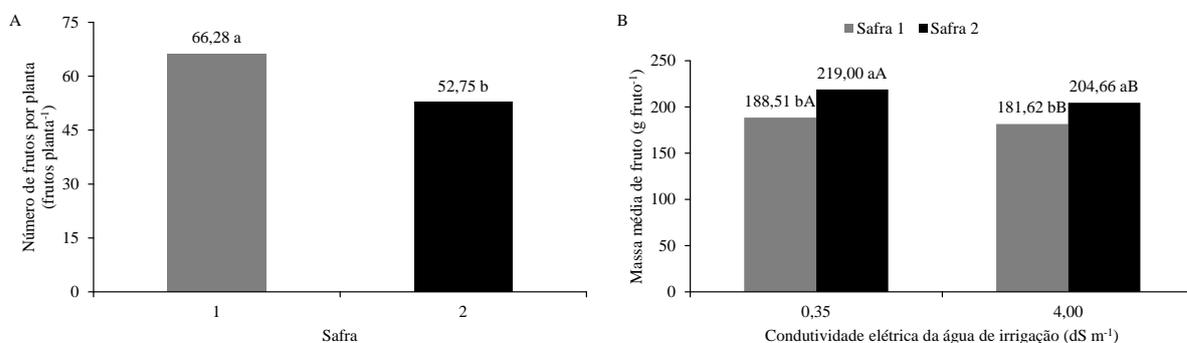


Figura 5. Número de frutos por planta de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função época de avaliação (A) e massa média de frutos das plantas irrigadas com água não salina e salina em função época de avaliação (B).

A – Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

B – Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas diferentes safras na mesma condutividade elétrica da água irrigação, e maiúscula entre as diferentes condutividades elétricas da água irrigação na mesma safra, não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

Apesar do aumento da concentração salina da água de 0,35 para 4,00 dS m⁻¹ prejudicar a massa média dos frutos de maracujazeiro amarelo (Figura 5B) da primeira para a segunda safra, constatou-se aumento da mesma variável em cada safra, independentemente do nível de condutividade elétrica da água de irrigação. Ao considerar a elevação de 188,51 para 219,00 e de 181,62 para 204,66 g fruto⁻¹ constata-se aumento percentual de 16,2% e 12,7% na massa média dos frutos da primeira para segunda safra entre as plantas dos tratamentos com água não salina e salina, respectivamente.

Os resultados superaram a amplitude de 141,47 a 191,29 g fruto⁻¹ obtidas por Dias et al. (2011a), ao estudarem a frequência de aplicação de biofertilizante na produção e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água de salinidade crescente, mas são inferiores à variação de 192,4 a 215,6 g fruto⁻¹ de Campos et al. (2007) na caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica e indicam que o tamanho dos frutos está adequado para o mercado *in natura*, que exige massa entre 170 e 210 g fruto⁻¹ (Cavalcante et al., 2005; Dias et al., 2011a).

Como no número de frutos por planta (Figura 5A), a produção por planta também foi reduzida da primeira para segunda safra (Figura 6A). Pelo coeficiente dos valores médios da

segunda (11,20 kg planta⁻¹) pela primeira safra (12,21 kg planta⁻¹), percebe-se um decréscimo de 8,3% (Figura 6A). Quanto aos efeitos do biofertilizante (Figura 6B) observa-se que o aumento da dose do insumo, aplicado ao solo a cada 90 dias, promoveu aumento linear da produção por planta no solo sem adubação potássica como nas plantas adubadas com cloreto de potássio protegido. Nas respectivas condições, o aumento linear foi de 0,0235 e 0,0190 kg planta⁻¹ por aumento unitário da dose de biofertilizante e com os maiores valores de 13,09 e 12,35 kg planta⁻¹, nos tratamentos sem potássio e com o fertilizante protegido com polímeros orgânicos.

Nos tratamentos adubados com cloreto de potássio convencional, a maior produção estimada foi de 12,7 kg planta⁻¹, na dose de biofertilizante de 45,8%. Os dados são superiores aos 7,3 kg planta⁻¹ apresentados por Cavalcante et al. (2005) ao avaliarem a produção de frutos da mesma cultura irrigada com 10 L de água salina de 3,3 dS m⁻¹ em covas revestidas lateralmente com filme de polietileno e aos 10,76 kg planta⁻¹ registrados por Dias et al. (2011a) em plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água de boa qualidade (0,5 dS m⁻¹).

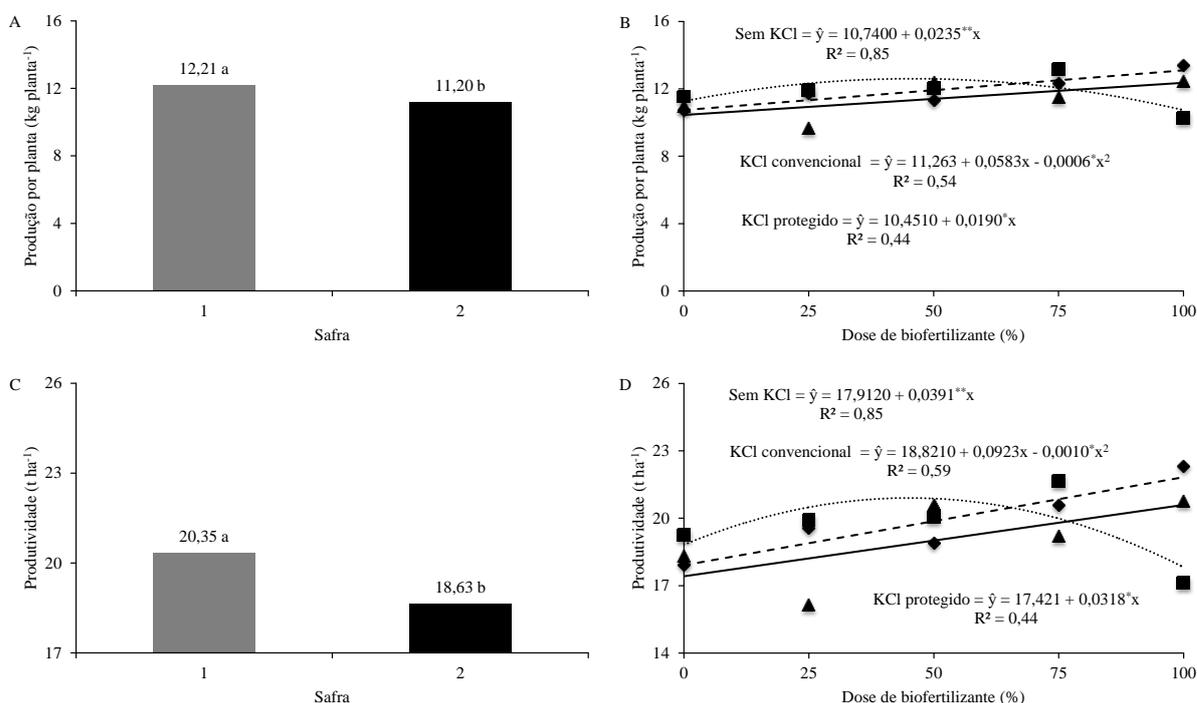


Figura 6. Produção por planta (A, B) e produtividade (C, D) de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função da época de avaliação (A, C) no solo com doses de biofertilizante sem (----) e com cloreto de potássio convencional (·····) e protegido (—) [B, D].

A – Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (P <0,05).

C – Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (P <0,05).

Os dados de produtividade das plantas se comportaram de maneira semelhante aos resultados da produção por planta (Figura 6 C e 6D). Na Figura 6C a produtividade decresceu de 20,35 para 18,63 t ha⁻¹, da primeira para segunda safra, resultando elevada perda de 36,07% (Figura 6C). Na Figura 6D, a adição de doses do insumo orgânico promoveu aumento na produtividade das plantas de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.

Os maiores rendimentos das plantas de 21,82 e 20,60 t ha⁻¹ no solo sem potássio e com o fertilizante mineral protegido foram obtidos na maior dose de biofertilizante. As plantas adubadas com cloreto de potássio convencional produziram 20,95 t ha⁻¹ na dose máxima do biofertilizante de 46,2% (Figura 6D). A aplicação de biofertilizante bovino associada à adubação potássica deve ter exercido melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Mellek et al., 2010; Freire, 2011; Marrocos et al., 2012), contribuindo para o crescimento das plantas (Mesquita et al., 2012) e a produção de frutos de maracujazeiro amarelo (Dias et al., 2011a).

A ausência de efeito significativo da salinidade da água de irrigação no número de frutos por planta, produção por planta e produtividade possivelmente pode ser resposta da textura arenosa do solo, com mais de 83% de areia na camada de 0-40 cm (Tabela 3), exercendo baixa adsorção de sais ao complexo de troca (Pizarro, 1985) e a adição de 10 % à lâmina de irrigação nos tratamentos com água salina (4,0 dS m⁻¹) para a lixiviação dos sais do ambiente radicular das plantas (Ayers & Westcot, 1999; Cavalcante et al., 2010), visando a lixiviação dos sais da camada superficial para as camadas mais profundas. Segundo Cavalcante et al. (2005) essa prática promove também a diluição dos sais, pois há uma relação inversamente proporcional entre a umidade do solo e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

Ao considerar que a produtividade média do Brasil é de 14,5 t ha⁻¹, a do Nordeste de 13,56 t ha⁻¹ e a da Paraíba de 8,88 t ha⁻¹, verifica-se que a produtividade total estimada das duas safras superou a média nacional em 129,2% e em 109,8% à média do estado da Paraíba. Além do mais, os valores de produtividade são semelhantes à média da região Sudeste (IBGE, 2015). Levando em consideração que as duas safras foram colhidas no primeiro ano de plantio, a produtividade média das duas safras (cerca de 40 t ha⁻¹) estão de acordo com a Embrapa Cerrados (2008), ao enfatizar que o genótipo BRS Gigante Amarelo atinge altas produtividades no primeiro ano de plantio (40 a 45 t ha⁻¹), e produtividade média no segundo ano de 20 t ha⁻¹.

3.2 Qualidade Físico-Química de Frutos

Pelo resumo da análise de variância, a interação água × biofertilizante × potássio exerceu efeitos significativos sobre as variáveis da qualidade dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo (Tabela 7).

Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices ao diâmetro longitudinal dos frutos (DL), diâmetro transversal (DT), firmeza (FIRM) e rendimento em polpa (R_{POLPA}) de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	DL	DT	FIRM	R _{POLPA}
Bloco	2	73,3203 ^{ns}	5,8226 ^{ns}	226,1156 ^{ns}	24,2798 ^{ns}
Tipo de água (A)	1	412,1640*	560,7513**	2455,0798 ^{ns}	598,8933*
Resíduo a	2	20,1720	3,5248	320,6677	23,4906
Fonte de potássio (K)	2	109,9905**	323,3074**	112,6150 ^{ns}	33,1775*
Biofertilizante (B)	4	3,5978 ^{ns}	28,5226*	151,1551*	6,1100 ^{ns}
A × K	2	102,8210**	54,8781**	1087,0283**	16,2899 ^{ns}
A × B	4	55,3871**	2,5353 ^{ns}	191,6678**	6,0361 ^{ns}
K × B	8	41,2890**	28,8689**	286,1149**	26,2652**
A × K × B	8	85,5249**	32,2024**	133,8481**	34,8643**
Resíduo b	56	8,9863	7,7955	45,5326	7,2330
Total	89				
CVa (%)		4,47	2,33	20,46	9,40
CVb (%)		2,98	3,48	10,72	5,22

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

O aumento das doses de biofertilizante nos tratamentos irrigados com água não salina inibiu linearmente o diâmetro longitudinal dos frutos de maracujazeiro ao nível de 0,093 e 0,075 por aumento unitário da dose do insumo, nos tratamentos sem adubação e adubados com cloreto de potássio convencional, com valores mínimos de 94,68 e 98,18 mm, respectivamente (Figura 7A). Nos tratamentos irrigados com água salina, o comportamento dos dados foi inverso, em que o biofertilizante elevou o diâmetro longitudinal dos frutos das plantas sem adubação potássica e adubadas com cloreto de potássio convencional (Figura 7B).

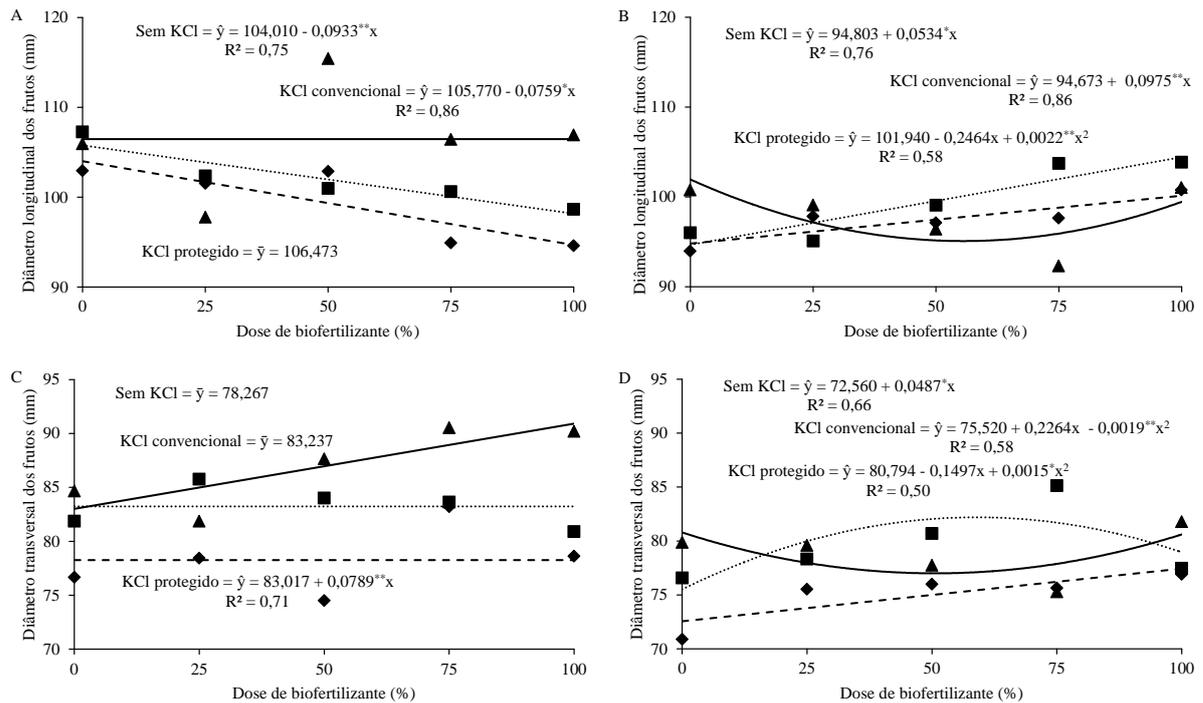


Figura 7. Diâmetro longitudinal (A, B) e transversal (C, D) dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

Os dados referentes a adubação potássica com fertilizante de liberação lenta irrigado com água de boa qualidade, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com média de 106,47 mm (Figura 7A). Nessa mesma fonte de potássio, nos tratamentos irrigados com água de condutividade elétrica de 4,00 dS m⁻¹, os dados se ajustaram ao modelo de regressão, com valor mínimo de 95,0 mm, na dose de biofertilizante estimada de 56% (Figura 7B). Os valores de diâmetro longitudinal são superiores aos encontrados por Dias et al. (2012) estudando frutos de maracujazeiro amarelo irrigados com água salina e biofertilizante em distintas frequências de aplicações .

A salinidade da água de irrigação comprometeu o diâmetro transversal dos frutos de maracujazeiro amarelo, independentemente dos tratamentos sem e com adubação potássica (Figura 7 C, D). O aumento da dose de biofertilizante elevou o diâmetro longitudinal dos frutos no tratamento irrigado com água não salina, adubado com fertilizante de liberação lenta (Figura 7C), e nos tratamentos irrigados com água salina sem adubação potássica e adubado com cloreto de potássio convencional (Figura 7D).

Apesar do menor comprimento dos frutos nos tratamentos irrigados com água salina, os valores são semelhantes aos apresentados por Dias et al. (2012) estudando a mesma variável em frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e esterco líquido fermentado. Pelos valores de diâmetro transversal ou equatorial obtém-se a classe dos frutos conforme o calibre, que varia de 1 a 5, e conforme Balbino (2005), os frutos das plantas irrigadas com água não salina, adubadas com KCl protegido e biofertilizante são classificados no calibre 5, pois apresentam diâmetro equatorial maior que 85 mm.

A firmeza dos frutos dos tratamentos sem adubação potássica irrigados com água não salina foi elevada até o maior valor de 72,2 N na dose máxima estimada de 50,1% do biofertilizante bovino (Figura 8A). Nas plantas irrigadas com a mesma água, nos tratamentos com cloreto de potássio convencional e protegido, a firmeza dos frutos foi mais baixa e os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, representados pelos baixos valores médios de 61,2 e 49,1 N, respectivamente.

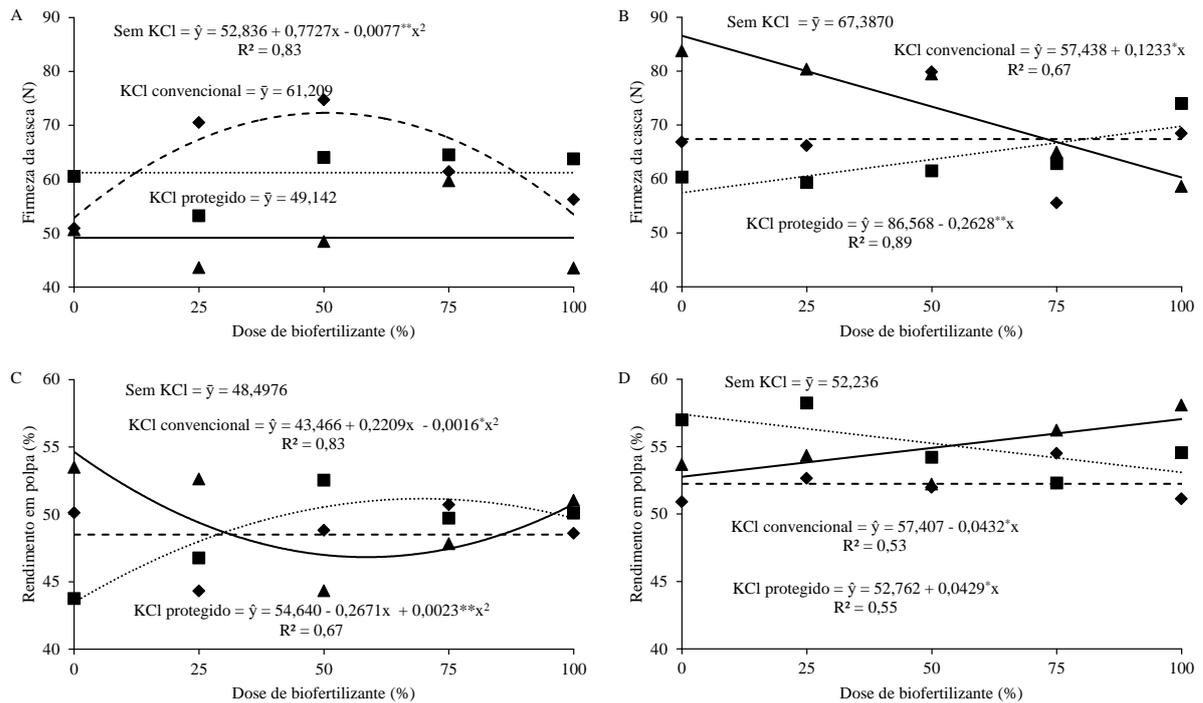


Figura 8. Firmeza da casca (A, B) e rendimento em polpa (C, D) de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A, C) e salina (B, D).

O aumento das doses de biofertilizante bovino elevou linearmente a firmeza dos frutos das plantas desenvolvidas no solo com cloreto de potássio convencional até o valor máximo de 69,7 N, e reduziu nos tratamentos com cloreto de potássio de liberação lenta (Figura 8B). No solo sem adubação potássica, os valores médios foram de 67,3 N (Figura 8B). Freire et al. (2010) estudando a firmeza dos frutos da mesma cultura não verificaram efeito significativo em relação a irrigação com água salina. Por outro lado, Dias et al. (2012) registraram que a irrigação com água salina e biofertilizante bovino elevou a firmeza dos frutos de maracujazeiro amarelo. A firmeza dos frutos é uma variável importante para a qualidade dos frutos, e os resultados indicam que o biofertilizante associado à irrigação com água salina aumenta a concentração de pectato de cálcio, responsável pela rigidez da casca dos frutos (Paiva et al., 2009).

O rendimento em polpa de maracujazeiro amarelo foi elevado nos frutos das plantas irrigadas com água não salina no solo com cloreto de potássio convencional até o maior valor de 51,1% na dose máxima estimada de 69,0% do biofertilizante; nos tratamentos com fertilizante protegido, o maior rendimento em polpa dos frutos foi de 54,6% nos tratamentos sem biofertilizante bovino e nos frutos das plantas não adubadas não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com valor médio de 48,4% (Figura 8C). Resultados semelhantes foram observados para os frutos dos tratamentos sem adubação potássica irrigado com água salina, com rendimento médio de 52,2%, na água salina (4,00 dS m⁻¹) as doses de biofertilizante reduziram e elevaram, respectivamente, o rendimento em polpa das plantas adubadas com o KCl convencional e o KCl protegido (Figura 8D).

Apesar da redução, o rendimento em polpa dos frutos das plantas irrigadas com água salina foram superiores a 50 %, valor considerado adequado ao mercado (Meletti et al., 2002; Nascimento et al., 2015). Freire et al. (2010) estudando o rendimento em polpa dos frutos de maracujazeiro, verificaram que a irrigação com água não salina associada à aplicação de biofertilizante reduz o rendimento em polpa dos frutos. Para Marrocos et al. (2012) o aumento da população de microorganismos nas maiores doses de biofertilizante podem contribuir para a imobilização de nitrogênio e potássio no solo, provocando a redução desses nutrientes na época de floração e formação dos frutos (Nascimento et al., 2015).

Segundo o fabricante do cloreto de potássio protegido (Kimberlit[®]), os polímeros que revestem o fertilizante potássico protegem da principal perda que ocorre no processo de adubação que é a lixiviação, e liberam o nutriente gradativamente, fatores que podem ter

contribuído para elevação da polpa dos frutos nos tratamentos irrigados com água salina (Figura 8D).

Exceto sobre a acidez titulável (AT), a interação água × biofertilizante × potássio não exerceu efeitos significativos sobre as demais variáveis da qualidade química dos frutos do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo (Tabela 8). O pH e os teores de vitamina C dos frutos responderam à interação entre a salinidade da água e a adubação potássica e os teores de sólidos solúveis (SS) e a relação SS/AT foram influenciadas pela interação potássio × biofertilizante.

Tabela 8. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos índices ao pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), e vitamina C (VIT_C) em frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com potássio e biofertilizante

F.V	G.L	pH	SS	AT	SS/AT	VIT _C
Bloco	2	0,4534 ^{ns}	0,4056 ^{ns}	0,1024 ^{ns}	0,1723 ^{ns}	14,4741 [*]
Tipo de água (A)	1	1,2756 ^{ns}	6,6504 ^{ns}	0,3961 [*]	0,0029 ^{ns}	16,8620 [*]
Resíduo a	2	0,7368	1,7950	0,0201	0,0378	0,6710
Fonte de potássio (K)	2	0,2910 ^{**}	1,7134 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0843 ^{ns}	10,2279 [*]
Biofertilizante (B)	4	0,0016 ^{ns}	0,8292 ^{ns}	0,0182 ^{ns}	0,0633 ^{ns}	8,8118 [*]
A × K	2	0,2441 ^{**}	0,1243 ^{ns}	0,0256 ^{ns}	0,0276 ^{ns}	23,0028 ^{**}
A × B	4	0,0112 ^{ns}	1,1639 ^{ns}	0,0826 ^{ns}	0,1567 ^{ns}	5,3584 ^{ns}
K × B	8	0,0240 ^{ns}	2,0568 ^{**}	0,2101 ^{**}	0,3155 ^{**}	3,6822 ^{ns}
A × K × B	8	0,0160 ^{ns}	0,8562 ^{ns}	0,1149 [*]	0,1978 ^{ns}	2,2081 ^{ns}
Resíduo b	56	0,0196	0,7095	0,0470	0,1013	2,5648
Total	89					
CVa (%)		22,27	10,02	3,36	6,08	3,37
CVb (%)		3,64	6,30	5,18	9,91	6,78

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CVa e CVb = Coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

O pH do suco dos frutos das plantas irrigadas com água não salina não diferiu entre as plantas sem e com qualquer tipo de cloreto de potássio aplicado, com valores oscilando entre 3,92 e 3,99. Contudo, para os frutos das plantas irrigadas com água de maior salinidade o pH do suco (3,94) no solo sem adubação potássica foi superior aos das plantas adubadas com cloreto de potássio convencional (3,68) e protegido (3,59) (Figura 9). Ao relacionar os valores 3,92 e 3,99 nas plantas irrigadas com água não salina, adubadas com cloreto de potássio convencional e protegido, respectivamente, com 3,66 e 3,59 nos tratamentos irrigados com água salina com as mesmas fontes de potássio, verifica-se que a salinidade da água reduziu os valores de pH em 7,1 e 11,1%, respectivamente.

Freire et al. (2010) estudando o pH do suco dos frutos da mesma cultura, constataram que a salinidade da água de irrigação reduziu o pH do suco dos frutos de 3,49 para 3,33 em plantas com cobertura morta do solo. De acordo com Matsura & Folegatti (2002), o pH ideal para suco de maracujazeiro para o processamento de suco concentrado não deve ser inferior a 2,5 nem superior a 3,5 pois pode comprometer o processo de armazenamento. Para Medeiros et al. (2009) pH de até 4,2 não compromete o processo de industrialização dos frutos. Nesse contexto, conforme Nascimento et al. (2015), os frutos estavam adequados para o processo de industrialização e para o consumo na forma de suco ao natural.

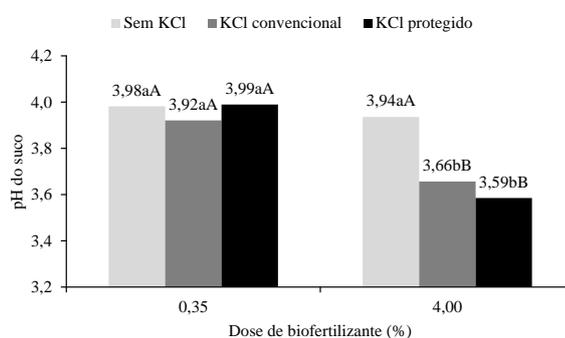


Figura 9. pH do suco dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$) e salina ($4,00 \text{ dS m}^{-1}$), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas diferentes fontes de potássio na mesma condutividade elétrica da água irrigação, e maiúscula entre as diferentes condutividades elétricas da água irrigação na mesma fonte de potássio, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar da interação potássio \times biofertilizante ter exercido efeito significativo no teor de sólidos solúveis do suco dos frutos de maracujazeiro amarelo (Figura 10), os dados referentes aos tratamentos das plantas não adubadas e aquelas adubadas com cloreto de potássio protegido, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valores médios de 13,49 e 13,09 °Brix, respectivamente (Figura 10). O aumento da dose de biofertilizante aplicado ao solo a cada 90 dias promoveu aumento linear dos sólidos solúveis do suco dos frutos das plantas adubadas com cloreto de potássio convencional, ao nível de 0,0095 por aumento unitário da dose de biofertilizante (Figura 10), com maior valor estimado de 14,09 °Brix.

Os maiores valores de sólidos solúveis nos tratamentos adubados com cloreto de potássio convencional estão relacionados com as funções do potássio na qualidade, sendo responsável pelo sabor doce dos frutos (Brito et al., 2005). Esses valores superam a faixa de

10,26 a 12,59 °Brix constatados por Dias et al. (2011b) em suco de frutos de plantas de maracujazeiro irrigado com água salina no solo com esterco líquido fermentado, e semelhantes à amplitude de 14,0 a 15,9 °Brix registrada por Costa et al. (2011), ao avaliarem a caracterização de frutos de maracujá amarelo irrigado com água salina. Para Raimundo et al. (2009), os teores de sólidos solúveis dos frutos deste experimento estão adequados aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado, que estabelece um valor mínimo de 11 °Brix.

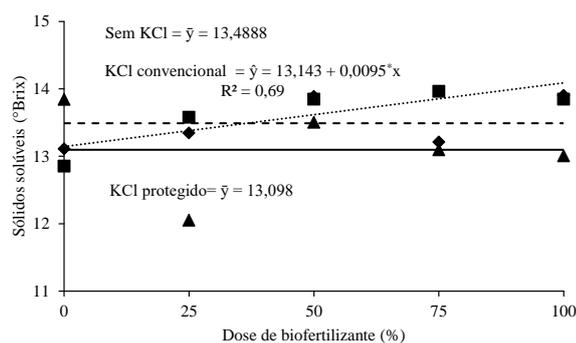


Figura 10. Sólidos solúveis em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—).

O aumento das doses de biofertilizante bovino nos tratamentos irrigados com água não salina e cloreto de potássio de liberação lenta elevou linearmente a acidez titulável do suco dos frutos de maracujazeiro amarelo até o valor máximo estimado de 4,45%. Nos tratamentos com cloreto de potássio convencional o comportamento dos dados foi o inverso, e os valores de acidez titulável foram reduzidos com o aumento da dose de esterco líquido fermentado e nos tratamentos sem adubação, os dados não se adequaram a nenhum modelo de regressão, sendo representados pelo valor médio de 4,10% (Figura 11A). Segundo Pretty (1982) e Grangeiro et al. (2004) o fornecimento de potássio para as plantas proporciona uma elevação do nutriente nos frutos, seguido da neutralização de ácidos, tornando os frutos mais doces. Isso ocorre porque os ácidos orgânicos nas plantas são produtos primários da fotossíntese, e servem como precursores na síntese de ácidos graxos, carboidratos e proteína, sendo a acidez dos frutos, uma importante característica em relação à palatabilidade dos muitos frutos.

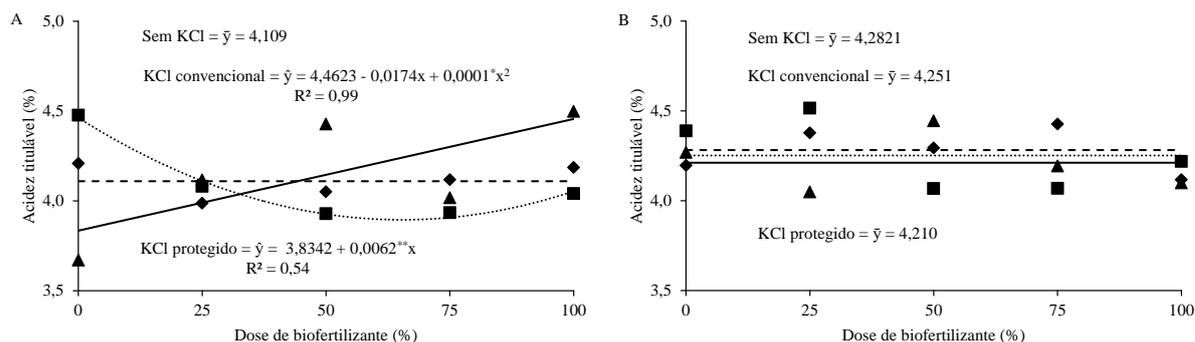


Figura 11. Acidez titulável em suco de frutos de maracujazeiro, cultivar BRS Gigante Amarelo, em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—), irrigado com água não salina (A) e salina (B).

Nos frutos das plantas irrigadas com água salina sem adubação potássica e com qualquer tipo de cloreto de potássio os dados não se ajustaram a nenhum tipo de regressão, com valores médios de acidez titulável de 4,28, 4,25 e 4,21% nos tratamentos sem adubação, adubados com cloreto de potássio convencional e com o fertilizante de liberação lenta (Figura 11B). Rodrigues et al. (2008) estudando a caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio, constataram que a acidez titulável variou entre 4,10 a 4,59%. Dias et al. (2011b) ao avaliarem os efeitos do biofertilizante bovino na qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo irrigado com água de salinidade de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹, observaram que a acidez titulável variou entre 4,3 e 5,71%.

A acidez titulável dos frutos irrigados com ambas as águas de irrigação é considerada adequada para o consumo de maracujá na forma de fruta fresca e para o processamento da polpa; para Matura & Folegatti (2002) a faixa adequada de acidez titulável varia entre 2,5 a 4,6 %. Ao considerar que os frutos serão destinados ao processo de polpa, a elevada acidez reduz a necessidade de adição de acidificantes, garantindo segurança alimentar para os consumidores (Rocha et al., 2001; Nascimento et al., 2015).

A adubação com cloreto de potássio convencional associada ao aumento da dose de biofertilizante bovino aplicado ao solo a cada 90 dias, elevou linearmente a relação SS/AT ao nível de 0,0054 por aumento unitário da dose do insumo natural (Figura 12). Ao relacionar os valores de 3,53 e 2,99 entre os frutos dos tratamentos com e sem biofertilizante constata-se um aumento de 18,1% nos valores da relação SS/AT da menor para dose do esterco líquido fermentado. Nos tratamentos sem adubação potássica e naqueles com cloreto de potássio

protegido, os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, com médias de 3,21 e 3,15, respectivamente.

Os valores da relação SS/AT estão em conformidade com os apresentados por Dias et al. (2011b) para o suco dos frutos da mesma cultura irrigada com água salina, e são superiores a faixa de 2,03 a 2,54 obtida por Freire et al. (2010) em suco de frutos de maracujazeiro amarelo sem e com cobertura morta vegetal. Segundo Pinheiro et al. (2006) e Dias et al. (2011b) a relação SS/AT é uma importante variável para avaliar o sabor dos frutos, visto que a variável define o caráter doce-ácido. Fischer et al. (2007) e Dias et al. (2011b) ressaltam que a aplicação frequente de insumos orgânicos, como o biofertilizante pode reduzir a relação devido elevar a acidez titulável SS/AT.

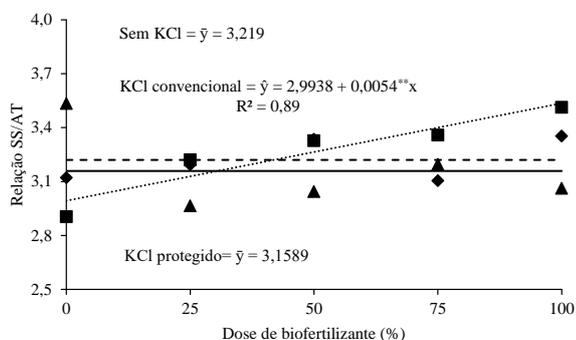


Figura 12. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de biofertilizante no solo sem (----) e com cloreto de potássio convencional (.....) e protegido (—).

Os teores de vitamina C do suco dos frutos, das plantas irrigadas com água não salina e adubadas com ambos os tipos de cloreto de potássio não diferiram entre si, mas superaram significativamente ao das plantas sem adubação potássica. Nos frutos das plantas irrigadas com água salina, observa-se que apesar de redução numérica entre os teores de vitamina C entre as fontes de potássio estudadas, os valores variaram entre 23,41 a 24,72 mg 100 g⁻¹ de suco (Figura 13A).

Ao comparar os valores de vitamina C das distintas condutividades elétricas da água de irrigação nas mesmas fontes de potássio, constata-se que houve diferença significativa apenas para os frutos dos tratamentos das plantas que não receberam adubação potássica. Ao relacionar os valores de 21,89 e 24,72 mg 100 g⁻¹ de suco, nos tratamentos sem adubação potássica, irrigado com água não salina e salina, respectivamente, verifica-se que a salinidade da água elevou os teores de vitamina C em 12,9 %. A síntese de ácido ascorbico nos frutos

ocorre a partir de açúcares hexoses, originalmente D-glicose ou D-galactose. O potássio está diretamente envolvido no metabolismo de carboidratos por meio da atuação de enzimas que requerem o elemento essencial em grandes concentrações (Taiz & Zeiger, 2013).

As doses de biofertilizante bovino ao solo elevaram os teores de vitamina C até o maior valor de 23,7 mg 100g⁻¹ na dose máxima estimada do insumo natural de 58,1 % (Figura 13B). Os valores superam à amplitude de 15,28 a 20,64 mg 100 g⁻¹ de suco apresentada por Freire et al. (2010), estudando os teores de vitamina C da mesma cultura irrigada com água salina, no solo com cobertura morta e biofertilizante bovino. Dias et al. (2011b) ao irrigarem plantas de maracujazeiro amarelo com água de 3,9 dS m⁻¹, no solo com biofertilizante, obtiveram frutos com teor médio de vitamina C próximo de 20 mg 100 g⁻¹ de suco.

Para Matura & Folegatti (2002) o mercado consumidor exige frutos de maracujazeiro com teor de vitamina C próximo a 20 mg de 100 g⁻¹ de suco, indicando que os frutos do presente estudo apresentavam teores da variável aceitáveis para o processo de industrialização. A elevação dos valores de vitamina C nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade sob adubação potássica e nos tratamentos com biofertilizante está associada à melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Mellek et al., 2010; Marrocos et al., 2012), proporcionando melhoria na nutrição das plantas, maior desenvolvimento das plantas, possibilitando a formação de reservas de energia, síntese e translocação de fotoassimilados para os frutos (Nascimento et al., 2011).

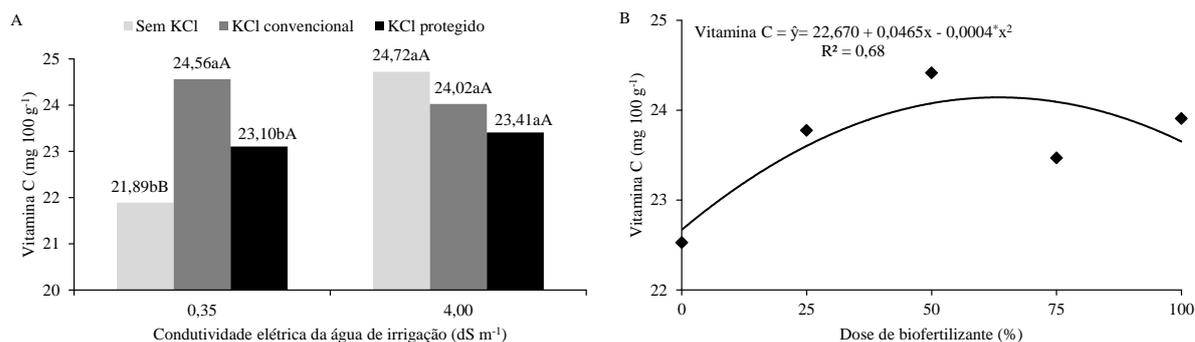


Figura 13. Vitamina C em suco de frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo irrigado com água não salina (0,35 dS m⁻¹) e salina (4,00 dS m⁻¹), no solo sem e com cloreto de potássio convencional e protegido [A], e em função de doses de biofertilizante [B]. Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas diferentes fontes de potássio na mesma condutividade elétrica da água irrigação, e maiúsculas entre as diferentes condutividades elétricas da água irrigação na mesma fonte de potássio, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 Análises de Componentes Principais (CP)

Pela análise de componentes principais, verifica-se que para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos referentes às trocas gasosas (Capítulo 2) e os componentes de produção, foi necessário considerar três componentes principais para ambas as safras avaliadas (Tabela 9). Na primeira safra, os três componentes principais representam 82,8% da variância total, sendo 40,2% do CP1, 27,7% do CP2 e 14,9% do terceiro componente principal. Na segunda safra, a variância total dos três componentes foi superior ao da primeira, com valor de 84,4%, sendo 39,0% do CP1, 29,3% do CP2 e 16,1% do terceiro componente principal.

Adotando a mesma metodologia descrita no Capítulo I, constata-se que na primeira safra, as principais variáveis do primeiro componente foram: transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida e eficiência instantânea de carboxilação. No CP2, às mais representativas foram; o número de frutos por planta, a produção por planta e a produtividade, e no terceiro componente, transpiração e massa média dos frutos.

Na segunda safra, às principais variáveis do primeiro componente foram: transpiração, fotossíntese líquida, eficiência no uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e concentração interna de carbono. No segundo componente, às variáveis que se sobressaíram sobre as demais foram o número de frutos por planta, produção por planta, produtividade e eficiência no uso da água. No terceiro componente principal, a variável mais importante foi à condutância estomática.

Tabela 9. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) referentes às trocas gasosas e os componentes de produção de duas safras de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina adubado com potássio e biofertilizante bovino

Característica	Safra 1			Safra 2		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
Concentração interna de carbono	-0,281	0,262	0,052	-0,340	0,304	0,290
Transpiração	0,325	0,033	0,520	0,338	0,066	0,470
Condutância Estomática	0,383	-0,032	0,243	0,273	-0,052	0,599
Fotossíntese líquida	0,447	-0,218	0,078	0,441	-0,254	0,148
Eficiência no uso da água	0,254	-0,338	-0,401	0,330	-0,370	-0,178
Eficiência instantânea de carboxilação	0,419	-0,281	0,006	0,373	-0,205	-0,275
Número de frutos por planta	0,283	0,380	-0,406	0,273	0,377	-0,299
Massa média de frutos	0,008	0,262	0,548	0,131	0,274	0,275
Produção por planta	0,273	0,488	-0,133	0,283	0,469	-0,145
Produtividade	0,273	0,488	-0,133	0,286	0,469	-0,144
λ	4,015	2,775	1,486	3,903	2,929	1,610
VA	0,402	0,679	0,828	0,390	0,683	0,844

λ = Autovalor da matriz de correlação

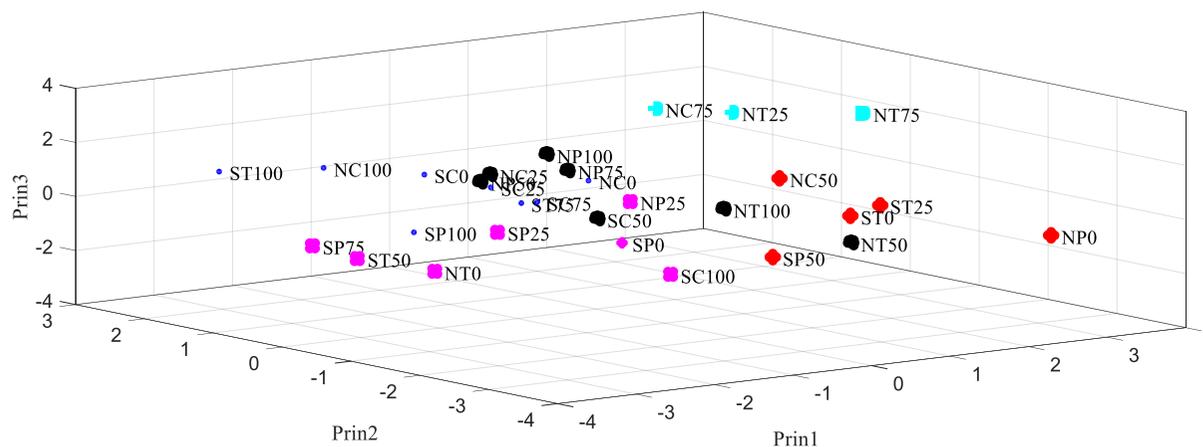
VA = Variância acumulada

Os tratamentos referentes às trocas gasosas e os componentes de produção da primeira safra foram agrupadas com base nos escores em cinco grupos (Figura 14A). O grupo composto pelos tratamentos NT25, NC75 e NT75 apresenta maiores escores no CP1, indicando maiores valores de transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência instantânea de carboxilação. O grupo formado pelos NC0, SC25, SC75, ST75, SC0, SP100, NC100 e ST100 apresenta maiores escores no segundo componente principal, e consequentemente, apresenta maior número de frutos por planta, produção por planta e produtividade. O grupo formado pelos tratamentos NC75, NT75 e NT25 apresenta maiores escores no CP3, indicando maior transpiração e massa média dos frutos.

Na segunda safra, às variáveis também foram agrupadas em cinco grupos (Figura 14B). O grupo formado pelos tratamentos NT75, SC75 e ST0, apresenta maiores escores no primeiro componente principal, indicando maiores valores de transpiração, fotossíntese líquida, eficiência no uso da água e de carboxilação, e menor valor de concentração interna de carbono. O grupo formado pelos tratamentos NC0, NP10, NT25, NC75 e NT100, apresenta maiores escores no CP2, indicando menor eficiência no uso da água e o maior número de fruto por planta, produção por planta e produtividade. O grupo formado pelos tratamentos

SP50, NP50, SC25, SC0, NP75, NC25, SC100, NC100 e NC50 apresenta maior escore no CP3, e conseqüentemente, maior valor de condutância estomática.

A



B

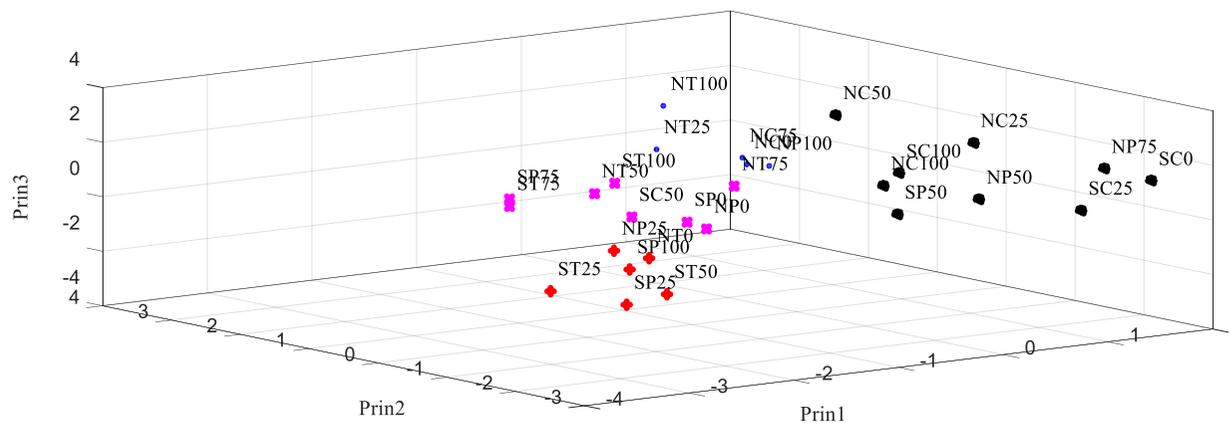


Figura 14. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos três primeiros componentes principais: Prin1, Prin2 e Prin3, na primeira (A) e segunda safra (B).

Água: N ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$), S ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$); Tipo de potássio: T (Sem), C (Cloreto de potássio convencional) e P (Cloreto de potássio revestido com polímeros); Biofertilizante: 0, 25, 50, 75 e 100%.

4 CONCLUSÕES

O número de frutos, a produção por planta e a produtividade diminuíram da primeira para a segunda safra.

O biofertilizante associado à adubação potássica elevou os componentes de produção do maracujazeiro amarelo.

A irrigação com água salina prejudicou a massa média dos frutos de maracujazeiro amarelo.

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, rendimento em polpa e vitamina C dos frutos estavam adequados aos padrões de consumo exigidos pelo mercado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2015: **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 104 p.
- 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).
- BALBINO, J. M. S. Manejo na colheita e pós-colheita do maracujá. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Eds.) **Tecnologias para a produção de maracujá**. Vitória: Incaper, 2005. Cap. 7, p.153- 178.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 247 p.
- BORGES, A. L. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa, 2002, 8p. (Circular Técnica 50).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório e conhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAIDSUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).
- 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**, v. 27, n. 3, p. 260-263, 2005.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; MOTA, J. K. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 59-71, 2007.
- CAMPOS, V. B; CAVALCANTE, L. F.; PRAZERES, S. S.; GHEYI, H. R.; CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, F. O. Esterco bovino líquido em luvisolo sódico: Resposta biométrica e produtiva do maracujazeiro amarelo. **Idesia**, v. 29, n. 2, p. 59-67, 2011.
- CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, Í. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas lateralmente contra perdas hídricas. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, R. V.; FERREYRA H., F. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCTSal, Parte V, 2010. p. 425-448.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COSTA, J. R. M.; LIMA, C. A. A.; LIMA, E. D. A; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. K. D. Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 143-146, 2001.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F. ; PEREIRA, W. E.; FREIRE, J. L. O.; SOUTO, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1639-1652, 2013.

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**, v. 15, p. 229-234, 2011b.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p. 644-651, 2011a.

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

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n. 3, p. 470-475, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA CERRADOS E EMBRAPA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA. **BRS Gigante Amarelo: híbrido de maracujazeiro-azedo de alta produtividade**. Planaltina, DF: 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa – CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no Centro Oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 254-259, 2007.

FREIRE, J. L. O. ; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J. ; VIEIRA, M. S. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. **Holos (Natal. Online)**, v. 4, p. 55-68, 2012.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia, 2011. 185 f. Trabalho de Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2011.

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

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; MELO, J. R. M.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C. Qualidade de frutos. In: CAVALCANTE, L. F. (Eds.) **O maracujazeiro e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra, 2012. Cap. 5, p. 211- 254.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, 647-650, 2004.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n. 41, p. 18-28, 2010.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, 2005. v.1, 371p.

INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA – INTERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. **Diário Oficial**, Cabedelo, 2008.

LITTLE, R. C.; HENRY, P. R.; Ammerman, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1216-1231, 1998.

MAPA, 2010. Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento. **Agrofit**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>. Acesso em 26/15/2013.

MARROCOS, S. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANJEIRO, L. C.; ANBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34 - 43 2012.

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**, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.

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.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZNI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a cambisol of southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 69-76, 2010.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Ponte Nova: D&M Gráfica e Editora Ltda, 2005. 107 p.

MESQUITA, F. O. REBEQUI, A. M. CAVALCANTI, L. F. SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35 n. 1, p. 222-239, 2012.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; MEDEIROS, S. A. S.; DIAS, T. J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Irriga**, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015.

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**, v. 33, suplemento 1, p. 729-735, 2011.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, F. F. Seedlings of yellow passion fruit in soils degraded by salts treated with bovine biofertilizer. **Científica**, v. 44, n. 1, p. 91-101, 2016.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A., Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, v. 10, p. 196-211, 2009.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M. DE; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: Abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p. 98-103, 2006.

- PIZZARO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. 2 ed. Madrid: Editora Agrícola Española S/A, 1985. 541p.
- PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Agro@mbiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.
- PRETTY, K. M. O potássio e a qualidade da produção agrícola. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 1982. p.177-194.
- 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**, 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**, v. 7, n. 2, p. 7-13, 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**, v. 20, p. 264-272, 2008.
- SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. EMATER-RIO, 1992, 16p.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.
- SILVA, E. N. **Análise de medidas repetidas em ensaios varietais da cana-de-açúcar**. Goiânia: 2011. 96f. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Goiás.
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 151-156, 2008.
- SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição

radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação.
Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 820 p.

CONCLUSÕES GERAIS

O biofertilizante elevou os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio na camada superficial e subsuperficial do solo, independentemente da fonte de potássio utilizada e da condutividade elétrica da água de irrigação.

Na camada de 0-20 cm, os teores de cálcio dos tratamentos adubados com cloreto de potássio revestido com polímeros foram elevados com aumento da dose do insumo orgânico.

Os teores de sódio do solo foram reduzidos com a elevação da dose de biofertilizante bovino, nos tratamentos sem adubação potássica irrigado com água salina.

O cloreto de potássio revestido com polímeros orgânicos elevou os valores de pH na camada de 0-20 cm e de fósforo e cálcio na profundidade de 21-40 cm nos tratamentos irrigados com água não salina.

A irrigação na estação seca elevou o caráter do solo de não salino para salino, independente da condutividade elétrica da água utilizada.

As águas do período chuvoso lixiviaram parte dos sais adicionados pelas águas de irrigação.

O biofertilizante bovino manteve o solo mais úmido, reduziu o pH e elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

No início da floração, as plantas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' estavam adequadamente supridas em N, P, K e deficientes em cálcio, magnésio, boro, ferro, cobre, manganês e zinco.

O biofertilizante bovino estimulou a acumulação foliar de P, K, Ca, B, Mn e Zn das plantas sem adubação potássica irrigadas com água não salina, e de K, Cu e Na das plantas irrigadas com água salina.

O biofertilizante bovino associado à adubação com cloreto de potássio convencional elevou a fluorescência máxima, a fluorescência variável e a relação F_M/F_0 do maracujazeiro amarelo.

A salinidade da água de irrigação reduziu à condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida, e nos tratamentos com cloreto de potássio revestido com polímeros elevou a concentração interna de carbono.

A transpiração diminuiu e a eficiência do uso da água pelas plantas aumentou da primeira para a segunda safra.

O número de frutos, a produção por planta e a produtividade diminuíram da primeira para a segunda safra.

O biofertilizante associado à adubação potássica elevou os componentes de produção do maracujazeiro amarelo.

A irrigação com água salina prejudicou a massa média dos frutos de maracujazeiro amarelo.

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, rendimento em polpa e vitamina C dos frutos estavam adequados aos padrões de consumo exigidos pelo mercado.