



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

TESE

**Atributos químicos, fisiologia, nutrição e produção do maracujazeiro sob salinidade da
água, revestimento lateral das covas e cálcio no solo**

MARLENE ALEXANDRINA FERREIRA BEZERRA

2018



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



Atributos químicos, fisiologia, nutrição e produção do maracujazeiro sob salinidade da água, revestimento lateral das covas e cálcio no solo

MARLENE ALEXANDRINA FERREIRA BEZERRA

Sob a Orientação do Professor

Lourival Ferreira Cavalcante

e Coorientação

Francisco Thiago Coelho Bezerra

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

Areia, PB

Novembro de 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

B574a Bezerra, Marlene Alexandrina Ferreira.

Atributos químicos, fisiologia, nutrição e produção do maracujazeiro sob salinidade da água, revestimento lateral das covas e cálcio no solo / Marlene Alexandrina Ferreira Bezerra. - Areia, 2018.
139 f. : il.

Orientação: Lourival Ferreira Cavalcante.

Coorientação: Francisco Thiago Coelho Bezerra.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Passiflora edulis Sims. 2. água salina. 3. redução de perdas hídricas. 4. adubação calcítica. I. Cavalcante, Lourival Ferreira. II. Bezerra, Francisco Thiago Coelho. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

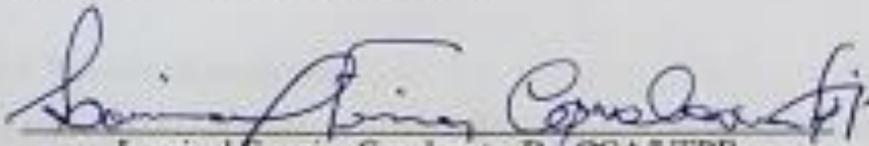
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

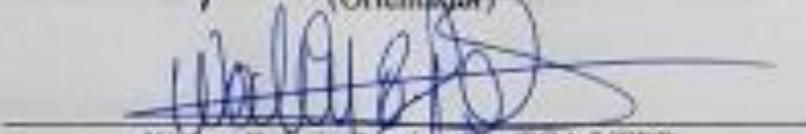
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

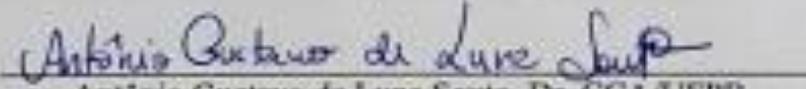
TÍTULO: Atributos químicos, fisiologia, nutrição e produção do maracujazeiro sob salinidade da água, revestimento lateral das covas e cálcio no solo

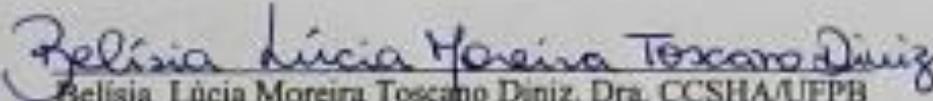
AUTORA: MARLENE ALEXANDRINA FERREIRA BEZERRA

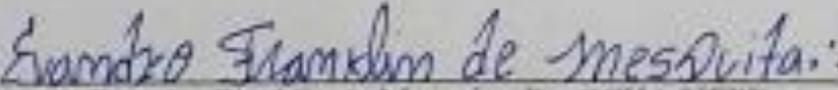
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora


Lourival Ferreira Cavalcante, Dr. CCA/UFPB
(Orientador)


Walter Esfrain Pereira, Dr. CCA/UFPB
(Examinador)


Antônio Gustavo de Luna Souto, Dr. CCA/UFPB
(Examinador)


Belisia Lúcia Moreira Toscano Diniz, Dra. CCSHA/UFPB
(Examinadora)


Evandro Franklin de Mesquita, Dr. CCHA/UEPB
(Examinador)

Data da realização: 23 de novembro de 2018.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
Orientador

Ofereço

A três profissionais que me ensinaram muito sobre a profissão e a vida

Pe. João Jorge Rietveld

Mestre em agronomia tropical (1979) pela Universidade de Wageningen, Holanda, foi a primeira pessoa que me fez despertar a curiosidade da profissão, como padre da paróquia de São Sebastião do Umbuzeiro desenvolveu um projeto com pequenos produtores, sendo um deles meu pai, um incentivador do conhecimento, exemplo de humanidade e entrega ao próximo. Muito obrigada grande Mestre.

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Durante minha vida acadêmica, da graduação ao doutorado, sempre esteve presente, orientando, incentivando e sendo um exemplo de dedicação profissional.

Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra

Um curioso consequentemente um estudioso, sempre disposto a aprender e ensinar. Foi essencial na realização dessa pesquisa. Muito obrigada por tudo.

DEDICO

Aos meus pais,

Sebastião Ferreira de Amorim e Maria Alexandrina Ferreira, por terem sido e serem essenciais na realização dos meus sonhos

Ao meu esposo,

Francisco Thiago Coelho Bezerra, a quem eu amo tanto e com quem compartilho uma vida

Aos meus irmãos,

Marinalva, Pedro, Mazé, Bim e em especial Marly, uma das minhas maiores incentivadoras com quem sempre posso contar

Aos meus sobrinhos,

Ariane e Catarine, filhas de coração, Andrey, Marcos, Maicon, Marcelo, Pietra e Evelin

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a dádiva da vida e tornar minha caminhada mais amena.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, onde adquiri conhecimentos necessários à obtenção do título de Doutora.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao INCTSal (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade), pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, por estar presente na minha jornada acadêmica desde a época de agregada na equipe LOFECA durante o curso de graduação em Agronomia ao posto de orientada no curso de Doutorado. Transmitindo de forma espontânea, séria e comprometida conhecimentos que nortearam a profissional que sou hoje.

Ao Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, por todas as oportunidades de aprendizado. De início nas disciplinas do curso de graduação em Agronomia, orientação no Mestrado e, sempre disposto a ajudar.

Aos membros da Banca examinadora, Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, Dr. Antônio Gustavo de Luna Souto, Profa. Dra. Belísia Lúcia Moreira Toscano Diniz e Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, pelas contribuições neste trabalho.

Aos meus amigos, Leandro Araújo e Janielly pela amizade, em especial a Sherly que sempre foi uma pessoa com quem pude contar, uma irmã que ganhei.

Aos membros da equipe LOFECA, Flaviano Oliveira, Aldeir Silva, José Thyago Sousa, Michael Bertino, Núbia Ferreira, Alian Cássio, André Nunes e, Antônio Missiemário Bertino pela amizade e contribuições na execução deste trabalho.

A Zezinho e todos os que trabalham na propriedade do Prof. Lourival, pela contribuição essencial nas atividades de campo.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Bezerra, Marlene Alexandrina Ferreira. D.S. Universidade Federal da Paraíba. Novembro de 2018. **Atributos químicos, fisiologia, nutrição e produção do maracujazeiro sob salinidade da água, revestimento lateral das covas e cálcio no solo.** Lourival Ferreira Cavalcante (Orientador). Francisco Thiago Coelho Bezerra (Coorientador).

APRESENTAÇÃO

O trabalho foi conduzido no município de Remígio, Paraíba, Brasil. O Solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico de textura areia franca. O objetivo do trabalho foi avaliar a ação conjunta da redução das perdas hídricas do solo associada à aplicação de cálcio para mitigar os efeitos depressivos do aumento da salinidade da água nos atributos químicos do solo, na fisiologia, nutrição, nos componentes de produção e rendimento do maracujazeiro cv. BRS GA1. Os tratamentos foram arranjados em parcela subdividida no esquema 2 x (2 x 5) correspondente a salinidade da água (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), parcela principal, combinados com covas sem e com proteção lateral das covas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), subparcelas. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas. Os resultados referentes aos atributos químicos encontram-se no capítulo I (Água salina, proteção das covas e cálcio nos atributos químicos do solo cultivado com maracujazeiro amarelo) p. 1-33; os aspectos fisiológicos no capítulo II (Água salina, proteção das covas e cálcio no solo sob os teores clorofila, fluorescência, trocas gasosas do maracujazeiro) p. 34-61, o estado nutricional das plantas no capítulo III (Água salina, proteção das covas e cálcio nos teores foliares de macronutrientes e sódio do maracujazeiro) p. 62-92, e os componentes produtivos e a produtividade no capítulo IV (Água salina, proteção das covas e cálcio nos componentes de produção do maracujazeiro amarelo) p. 93-120.

Bezerra, Marlene Alexandrina Ferreira. D.S. Universidade Federal da Paraíba. Novembro de 2018. **Chemical attributes, physiology, nutrition and production of passion fruit under water salinity, lateral coating of pits and calcium in soil.** Lourival Ferreira Cavalcante (Advisor). Francisco Thiago Coelho Bezerra (Co-Advisor).

PRESENTATION

The work was conducted in Remígio municipality, Paraíba State, Brazil. The Soil of the experimental area was classified as Neosol Regolítico of sand texture. The objective of this work was to evaluate the joint action of the reduction of soil water losses associated with the application of calcium to mitigate the depressive effects of the increase of water salinity on edaphic attributes, physiology, nutrition, production components and yield of passion fruit cv . BRS Giant Yellow. The treatments were arranged in a split plot in esuqema 2 x (2 x 5) corresponding to salinity (0.3 and 4.0 dS m⁻¹), main plot, combined with pits without and with lateral protection of pits and calcium doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹), subplots. The treatments were distributed in four randomized blocks and the experimental unit was formed by four plants. The results for the soil attributes are found in Chapter I (Saline water, protection of pits and calcium in soil chemical attributes cultivated with yellow passion fruit) p. 1-33, the physiology aspects in chapter II (Saline water, soil and calcium protection in the soil under chlorophyll, fluorescence, passion fruit gas exchange), p. 34-61, the nutritional status of the plants in chapter III (Saline water, protection of pits and calcium in the macronutrients and sodium leaf contents of passion fruit), p.62-92, and the productive components and productivity in chapter IV (Saline water, protection of pits and calcium in the production components of yellow passion fruit), p. 93-120.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.1** Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ET_o) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B). 9
- Figura 1.2** Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_s) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹. 14
- Figura 1.3** Teores de fósforo e matéria orgânica do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹. 16
- Figura 1.4** Teores de cálcio e magnésio do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹. 18
- Figura 1.5** Teores de potássio e sódio trocáveis do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹. 20
- Figura 1.6** Soma de bases trocáveis do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹. 22
- Figura 1.7** Acidez potencial (H⁺+Al³⁺) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das

covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.....24

Figura 1.8 Saturação por bases (V) e percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.26

Capítulo II

Figura 2.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ET_o) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).42

Figura 2.2 Índices foliares de clorofila ‘a’ (A), clorofila ‘b’ (B), relação índices de clorofila ‘b/a’ (C) e, clorofila ‘total’ (D), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio.....47

Figura 2.3 Rendimento quântico de processos não fotoquímicos (A) e fotoquímicos (B) do fotossistema II e, a razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (C), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio.49

Figura 2.4 Condutância (A) e resistência estomática (B), relação entre carbono interno e ambiental (C) e concentração interna de gás carbônico (D), em folhas de maracujazeiro amarelo BRS GA1, em covas sem (●) e com revestimento (◆) lateral, em função das doses de cálcio.51

Figura 2.5 Assimilação líquida de gás carbônico (A e B), eficiência instantânea de carboxilação (C e D) e eficiência no uso da água (E e F), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água e das doses de cálcio nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.54

Capítulo III

Figura 3.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ET _o) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).	70
Figura 3.2 Teores foliares de nitrogênio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	75
Figura 3.3 Teores foliares de fósforo em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	77
Figura 3.4 Teores foliares de potássio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	78
Figura 3.5 Teores foliares de cálcio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	80
Figura 3.6 Teores foliares de magnésio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	81
Figura 3.7 Teores foliares de enxofre em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	83
Figura 3.8 Teor foliar de sódio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio em covas sem (○) e com (●) revestimento (A) e, irrigação com água de 0,3 e 0,4 dS m ⁻¹ de condutividade elétrica (B).	84

Capítulo IV

Figura 4.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ET _o) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).	100
Figura 4.2 Ramos produtivos do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	104
Figura 4.3 Índice de amadurecimento precoce do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	106
Figura 4.4 Distribuição percentual da produtividade do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, semanal (○) e acumulada (●), em cultivo com irrigação com água não salina (0,3 dS m ⁻¹) sem (A) e com (B) adubação calcicícica e quando irrigado com água salina (4,0 dS m ⁻¹) sem (C) e com (D) adubação calcícica.	107
Figura 4.5 Número de frutos por planta no maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	108
Figura 4.6 Massa média do maracujá amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	110
Figura 4.7 Produtividade do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m ⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m ⁻¹	111

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba.....	7
Tabela 1.2 Resumo das análises de variância das variáveis condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), matéria orgânica (MO), cálcio trocável (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca)	33

Capítulo II

Tabela 2.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba.....	40
Tabela 2.2 Resumo das análises de variância referentes aos índices foliares de clorofila 'a' (ICL'a'), clorofila 'b' (ICL'b'), relação entre os índices de clorofila 'b/a', e clorofila 'total' (ICL't'), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável ($F_v = F_m - F_o$) da clorofila 'a' e, eficiência quântica do fotossistema II ($F_w = F_v / F_m$), condutância estomática (gs), resistência estomática (Rs), concentração interna de gás carbônico (Ci), assimilação líquida de gás carbônico (A), transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC), em folhas de plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS GA1 na época de plena floração em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca).....	61

Capítulo III

Tabela 3.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba.....	68
Tabela 3.2 Valores médio \pm desvio padrão de macronutrientes e sódio em folhas de maracujazeiro amarelo em plena floração	73
Tabela 3.3 Resumo das análises de variância referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e sódio (Na) em plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em plena floração em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca).....	92

Capítulo IV

Tabela 4.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) BRS GA1, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba	98
Tabela 4.2 Resumo das análises de variâncias referentes as variáveis ramos produtivos (RP), índice de amadurecimento precoce (IE), índice de colheita (IC) número de frutos por planta (NFP), massa média de frutos (MMF), Produtividade (PROD) de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em relação aos fatores condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (R) e adubação calcítica (C)	120

SUMÁRIO

Capítulo I

Água salina, proteção das covas e cálcio nos atributos químicos do solo cultivado com maracujazeiro amarelo

RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
1.1 INTRODUÇÃO	4
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	6
1.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa	6
1.2.2 Tratamentos e Delineamento	7
1.2.3 Condições Meteorológicas.....	7
1.2.4 Instalação e Manejo da Cultura	9
1.2.4.1 Preparo da área	10
1.2.4.2 Manejo da adubação	10
1.2.4.3 Irrigação	10
1.2.5 Variáveis Analisadas	11
1.2.6 Análises Estatísticas.....	11
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
1.3.1 Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação (CEes) e Potencial Hidrogeniônico (pH) do Solo	13
1.3.2 Fósforo e Matéria Orgânica.....	15
1.3.3 Bases Trocáveis do Solo e Soma de Bases	17
1.3.4 Acidez Potencial, CTC, V e PST	22
1.4 CONCLUSÕES.....	27
1.5 REFERÊNCIAS	28
Anexo I.....	32

Capítulo II

Água salina, proteção das covas e cálcio no solo sob os teores clorofila, fluorescência, trocas gasosas do maracujazeiro

RESUMO.....	35
ABSTRACT	36
2.1 INTRODUÇÃO	37

2.2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa	39
2.2.2 Tratamentos e Delineamento	40
2.2.3 Condições Meteorológicas	40
2.2.4 Instalação e Manejo da Cultura	42
2.2.4.1 Preparo da área	43
2.2.4.2 Manejo da adubação	43
2.2.4.3 Irrigação	43
2.2.5 Variáveis Analisadas	44
2.2.6 Análises Estatísticas	44
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
2.3.1 Índices Foliares de Clorofila	46
2.3.2 Fluorescência da Clorofila	48
2.3.3 Trocas Gasosas	50
2.4 CONCLUSÕES	56
2.5 REFERÊNCIAS	57
Anexo II	60

Capítulo III

Água salina, proteção das covas e cálcio nos teores foliares de macronutrientes e sódio do maracujazeiro

RESUMO	63
ABSTRACT	64
3.1 INTRODUÇÃO	65
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
3.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa	67
3.2.2 Tratamentos e Delineamento	68
3.2.3 Condições Meteorológicas	68
3.2.4 Instalação e Manejo da Cultura	70
3.2.4.1 Preparo da área	71
3.2.4.2 Manejo da adubação	71
3.2.4.3 Irrigação	71
3.2.5 Variáveis Analisadas	72
3.2.6 Análises Estatísticas	73

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.3.1 Nitrogênio Foliar	74
3.3.2 Fósforo Foliar.....	76
3.3.3 Potássio Foliar.....	77
3.3.4 Cálcio Foliar	79
3.3.5 Magnésio Foliar	80
3.3.6 Enxofre Foliar	82
3.3.7 Sódio Foliar	83
3.4 CONCLUSÕES.....	86
3.5 REFERÊNCIAS	87
Anexo III.....	91

Capítulo IV

Água salina, proteção das covas e cálcio nos componentes de produção do maracujazeiro amarelo

RESUMO.....	94
ABSTRACT	95
4.1 INTRODUÇÃO	96
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	97
4.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa	97
4.2.2 Tratamentos e Delineamento.....	98
4.2.3 Condições Meteorológicas.....	98
4.2.4 Instalação e Manejo da Cultura	100
4.2.4.1 Preparo da área	101
4.2.4.2 Manejo da adubação	101
4.2.4.3 Irrigação	101
4.2.5 Variáveis Analisadas	102
4.2.6 Análises Estatísticas.....	103
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
4.3.1 Ramos Produtivos.....	104
4.3.2 Índices de Amadurecimento Precoce e Cultivo Concentrado	105
4.3.3 Número de Frutos por Planta.....	107
4.3.4 Massa Média do Maracujá	109
4.3.5 Produtividade do Maracujazeiro	111

4.4 CONCLUSÕES.....	113
4.5 REFERÊNCIAS	114
Anexo IV.....	119

Capítulo I

Água salina, proteção das covas e cálcio nos atributos químicos do solo cultivado com maracujazeiro amarelo

RESUMO

O excesso de sais solúveis, no solo e na água, e a baixa e irregular pluviosidade constituem os principais problemas à agricultura. Nesse sentido, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação com água salina, revestimento lateral das covas e aplicação de cálcio nos atributos da fertilidade de Neossolo Regolítico cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1. Os tratamentos foram arrançados em parcela subdividida no esquema 2 x (2 x 5) correspondente a salinidade da água (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), parcela principal, combinados com covas sem e com proteção lateral das covas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), subparcelas. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas. As variáveis avaliadas foram: condutividade elétrica do extrato de saturação, pH, bases trocáveis, acidez potencial, capacidade de troca de cátions, saturação por bases e percentagem de sódio trocável do solo. Os dados foram submetidos a análise de variância, os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção lateral das covas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$) e os referentes às doses de cálcio ajustados a regressão pelo teste F ($p \leq 0,10$). O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação elevou os teores de Na⁺, K⁺, CTC e PST, enquanto para Ca²⁺, SB e H⁺+Al³⁺ o aumento só foi constatado nas covas revestidas. O revestimento das covas com filme plástico intensificou a salinização e sodificação do solo. A aplicação de cálcio além de elevar o seu teor no solo, atenuou o efeito danoso do sódio, reduzindo a CEes, o Na⁺ e a PST. A adubação calcítica ao nível de 60 kg ha⁻¹ é recomendada para cultivo de maracujazeiro amarelo em Neossolo Regolítico com baixo teor de cálcio.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims., fertilidade do solo, salinidade.

ABSTRACT

The excess of soluble salts in soil and water, and low and irregular rainfall are the main problems in agriculture and justifies the need to consider measures to production in semiarid areas. In this sense, the work was carried out to evaluate the effects of irrigation with saline water, side lining of pits and application of calcium in Entisol fertility attributes cultivated with yellow passion fruit cv. BRS Giant Yellow. The treatments were arranged in a split plot in esuqema 2 x (2 x 5) corresponding to salinity (0.3 and 4.0 dS m⁻¹), main plot, combined with pits without and with lateral protection of pits and calcium doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹), subplots. The treatments were distributed in four randomized blocks and the experimental unit was formed by four plants. The variables evaluated were: electrical conductivity of soil saturation extract, pH, exchangeable bases, potential acidity, cation exchange capacity, base saturation and exchangeable sodium percentage. Data were subjected to analysis of variance and the effects of electrical conductivity of irrigation water (salinity) and protection of the pits were compared by the F test ($p \leq 0.05$) and those related to calcium doses adjusted by regression by the F test ($p \leq 0.10$). The increase in the electrical conductivity of the irrigation water increased the levels of Na⁺, K⁺, CEC and ESP, whereas for Ca²⁺, BS and H⁺+Al³⁺ the increase was only observed in the coated pits. The coating of the pits with plastic film intensified the salinization and sodification of the soil. The application of calcium in addition to increasing its soil content, attenuated the damaging effect of sodium, reducing EC_{se}, Na⁺ and ESP. The high calcium level fertilization 60 kg ha⁻¹ is recommended for the cultivation of passion fruit in Entisol with a low calcium content.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims., soil fertility, salinity.

1.1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste é a maior produtora de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) do Brasil, com participação de 61% na produção nacional, entretanto, apresenta o menor rendimento médio nacional, em torno de 12 t ha⁻¹ (IBGE, 2017). A baixa produtividade do maracujazeiro nessa região, decorre da baixa qualidade do material biológico, inadequados manejos fitossanitários e culturais, e pelas condições edafoclimáticas desfavoráveis (Freire et al., 2015).

Dentre as limitações à produção do maracujazeiro no Nordeste brasileiro está a baixa disponibilidade de água para a irrigação, com irregularidade pluviométrica espaço-temporal (Silva et al., 2011). Além da disponibilidade, outro fator relevante é a qualidade da água disponível para a irrigação, visto que as fontes de água muitas vezes possuem restrições para o uso, principalmente, pelo excesso de sais (Conejo, 2005, 2007; Cavalcante et al., 2012).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a água é adequada para irrigação quando a condutividade elétrica for abaixo de 0,7 dS m⁻¹, sendo considerada sem restrição, entre 0,7 e 3,0 dS m⁻¹ é moderadamente restrita, e acima de 3,0 dS m⁻¹ severamente restrita. Para Holanda et al. (2016), o maracujazeiro amarelo pode ser irrigado com água de condutividade elétrica de até 2,3 dS m⁻¹, mantendo 90% do potencial produtivo. O excesso de sais na água de irrigação, principalmente de sódio, provoca efeitos deletérios ao solo como propensão a erosão e consequentemente perda na fertilidade (Dias e Blanco, 2010) e estresses às plantas (Marschner, 2012; Prisco et al., 2016).

A adoção de medidas que permitam a produção utilizando irrigação com água de condutividade elétrica acima do tolerado convencionalmente é muito relevante. Com intuito de reduzir as perdas hídricas do solo, pela infiltração lateral, aumentar a umidade e consequentemente reduzir a salinidade, vêm se usando o revestimento lateral das covas (Cavalcante et al., 2005; Lima Neto et al., 2013). Outra medida é o monitoramento da fertilidade, sob situação de salinidade (Santos et al., 2016). Nesse sentido, o manejo da adubação, com cálcio, pode contribuir na mitigação dos efeitos da salinidade no solo e na planta.

O cálcio participa no complexo sortivo do solo e reage com o sódio dos sítios de troca deslocando-o para solução e proporcionando sua lixiviação (Leite, et al, 2010). O uso de corretivos a base de cálcio vem mostrando respostas positivas na correção de salinidade e sodicidade, e nas propriedades químicas (Leite, et al, 2010; Tavares Filho et al, 2012; Nóia et al, 2014).

O cálcio atua nos processos que preservam a integridade estrutural e funcional das membranas e na estabilização da parede celular, auxilia no transporte específico de íons, e transdução de sinais (Taiz et al., 2017). Para cultura do maracujazeiro amarelo, o cálcio é o terceiro elemento em concentração foliar (Carvalho et al., 2001, 2002, 2011).

Pelo exposto, o objetivo com o trabalho foi avaliar a ação conjunta do revestimento lateral das covas associada à aplicação de cálcio para mitigar os efeitos depressivos do aumento da salinidade da água de irrigação nos atributos químicos do solo cultivado com maracujazeiro amarelo.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida, entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil; microrregião do Curimataú ocidental e mesorregião do Agreste Paraibano (IDEME, 2013). O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (Alvares et al., 2013).

O Solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico (Santos et al., 2013) de textura areia franca. Amostras desse solo foram retiradas aleatoriamente da área nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do perfil e, utilizadas para caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos (Tabela 1.1) conforme metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba

----- Atributos do Neossolo Regolítico -----								
Fertilidade ¹	Camada (cm)		Salinidade ²	Camada (cm)		Física ³	Camada (cm)	
	0-20	20-40		0-20	20-40		0-20	20-40
pH em água	4,58	5,10	pHes	7,14	6,79	AG (g kg ⁻¹)	580	561
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,92	1,54	CEes (dS m ⁻¹)	0,82	0,37	AF (g kg ⁻¹)	262	235
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,48	0,43	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	7,5	3,00	Silte (g kg ⁻¹)	92	117
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,08	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,75	2,00	Arg. (g kg ⁻¹)	66	87
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,07	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,73	0,50	Ada (g kg ⁻¹)	13	13
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,53	2,12	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,97	4,04	GF (%)	80	851
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	1,80	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,99	0,59	Ds (kg dm ⁻³)	1,57	1,59
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	Dp (kg dm ⁻³)	2,64	2,66
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,83	3,92	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	Pt (m ³ m ⁻³)	0,41	0,40
V (%)	66,1	54,1	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	U (g kg ⁻¹):		
PST (%)	1,31	1,79	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	0,87	2,56	0,010MPa	57,71	66,03
P (mg dm ⁻³)	10,6	3,10	UPs (g kg ⁻¹)	18,11	19,21	0,033 MPa	43,11	52,71
MOS (g kg ⁻¹)	5,1	5,1						

¹pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na²⁺ (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO₄²⁻ (sulfato); CO₃²⁻ (carbonato); HCO₃²⁻ (bicarbonato); Cl⁻ (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na⁺/[0,5(Ca²⁺+Mg²⁺)]^{0,5};

³Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); Pt (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

1.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida, sob o esquema 2 x (2 x 5), correspondentes à condutividade elétrica da água de irrigação de (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) como parcela principal e as subparcelas à combinação do revestimento (sem e com) lateral das covas contra as perdas hídricas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas.

1.2.3 Condições Meteorológicas

As condições meteorológicas no sítio Macaquinhos, durante o cultivo do maracujazal cv. BRS Gigante Amarelo, consistiram no monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar, da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração de referência (ET_o) como podem ser observados na Figura 1.1. A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada hora por Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm[®]. A média diária da temperatura do ar foi calculada pela média das temperaturas extremas (Allen et al., 2006) e a umidade relativa média do ar através da média das leituras diárias. A precipitação pluviométrica foi quantificada por pluviômetro e a evapotranspiração de referência através da evaporação do tanque Classe “A” multiplicado pelo coeficiente do tanque (Allen et al., 2006), adotando-se o coeficiente de 0,75 durante o experimento.

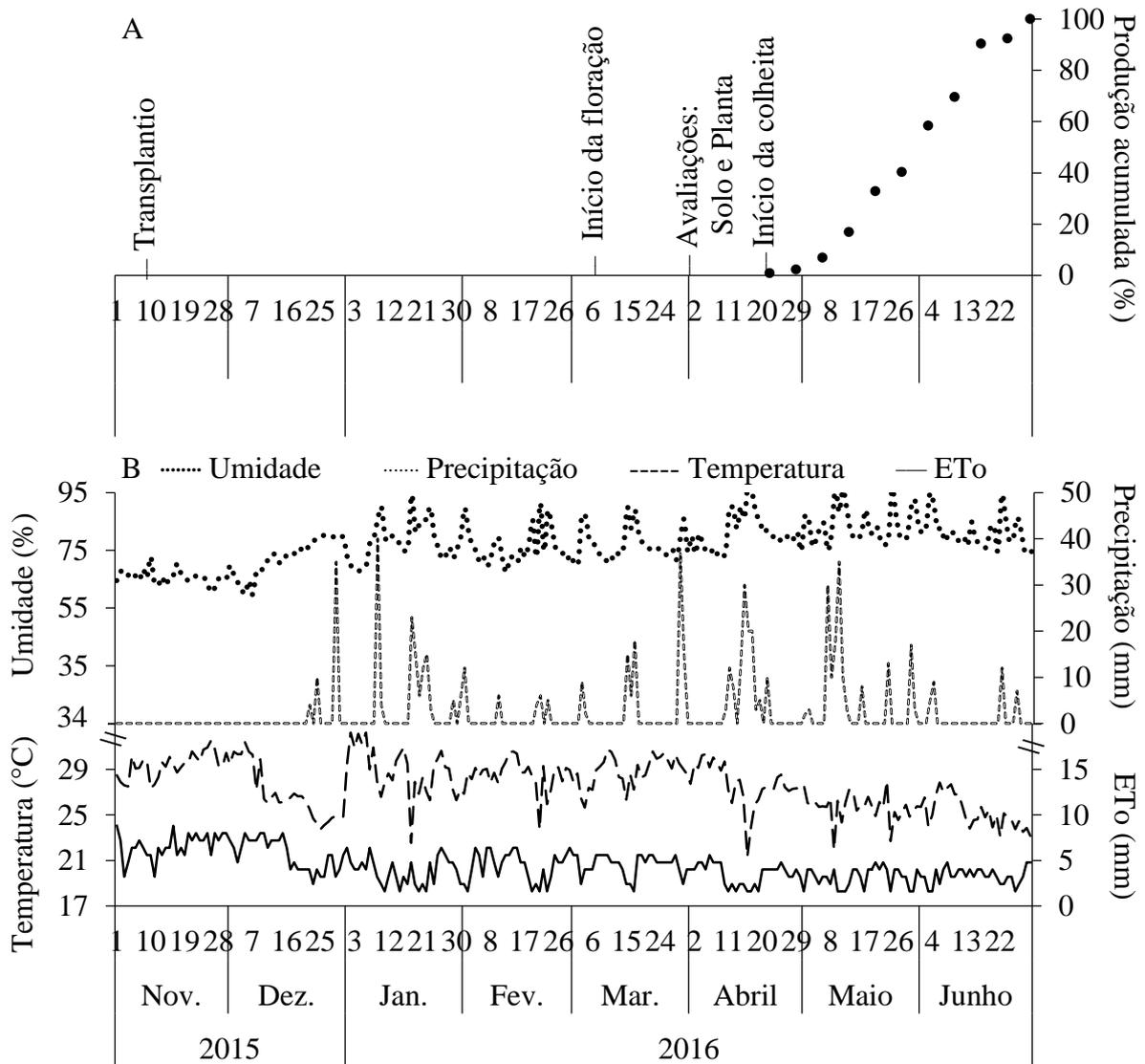


Figura 1.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ETo) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).

Durante o cultivo, 11/11/2015 a 01/07/2016, a temperatura média diária do ar variou de 21,4 a 32,3°C, com média de 27,6°C (Figura 1.1). A amplitude da umidade relativa média do ar foi de 59,7% a 99,2% e média de 77,0%. A precipitação pluviométrica acumulada foi de 622 mm, distribuída em 51 dias, com lâmina máxima em um dia de 40 mm. A evapotranspiração de referência diária mínima foi de 1,6 mm, com máxima de 8,8 mm e média de 4,4 mm.

1.2.4 Instalação e Manejo da Cultura

1.2.4.1 Preparo da área

O pomar com maracujazeiro cv. 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foi instalado na densidade de 1.666 plantas por hectare, no arranjo de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas na linha. Nos tratamentos com revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas, utilizou-se filme plástico de elevada resistência (320 μ). Essa proteção foi instalada na distância de 50 cm do centro da cova e na profundidade de 45 cm, visando reduzir perdas de água por infiltração lateral, e a área de instalação do filme plástico foi rebaixado em 2 cm. O transplântio das mudas ocorreu em 11 de novembro de 2015. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

1.2.4.2 Manejo da adubação

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010). As covas foram abertas com dimensões de 40 x 40 x 40 cm e preparadas a partir da mistura do material retirado das covas, 20 L de esterco curtido de gado bovino, 15 g de N, 18 g de K₂O, 12 g P₂O₅, 4 g de Zn, 2,7 g de Mg e 5,7 g de S. Na fase de crescimento foram fornecidos por planta 53 g de N, 65 de K₂O, 28 g de P₂O₅ em quatro aplicações mensais e uma aplicação com 18 g de sulfato de magnésio. Na fase de produção utilizaram-se 72 g de N, 120 g de K₂O em quatro aplicações mensais, e 60 g de P₂O₅ em duas parcelas juntamente com a primeira e a terceira adubação com nitrogênio e potássio e 18 g de sulfato de magnésio. As doses de cálcio foram divididas em cinco aplicações iguais, a primeira no preparo das covas e o restante aos 60, 90, 120 e 150 dias após o transplântio. Os fertilizantes utilizados foram ureia (45% de N), nitrato de cálcio (15,5% N e 19% Ca), cloreto de potássio (60% de K₂O), fosfato-monoamônico (11% N e 50% P₂O₅), sulfato de zinco (20% Zn e 9% S) e sulfato de magnésio (9% Mg e 13% S).

1.2.4.3 Irrigação

A irrigação foi baseada na evapotranspiração da cultura (ET_c), calculada pelo produto da evapotranspiração referência (ET_o), coeficiente de cultivo em cada fenofase (kc) e coeficiente de redução (kr) de área (ET_c = ET_o x kc x kr). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe "A", instalado próximo ao local do experimento, e o fator de correção do tanque de 0,75 (Allen et al., 2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,43 na fase vegetativa, 0,94 no florescimento e 1,04 na frutificação (Nogueira et al., 2014). O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (Steduto et al., 2012).

O fornecimento de água foi por gotejamento usando quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h⁻¹ trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (CEai - condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L⁻¹)^{0,5}) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto a água salina (CEai de 4,0 dS m⁻¹) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado na água não salina em caixas plásticas com capacidade para 3 m³. Nos tratamentos com água salina foi acrescido 10% à lâmina de irrigação para lixiviação de sais do ambiente radicular das plantas (Ayers e Westcot, 1999).

1.2.5 Variáveis Analisadas

No período de plena floração e início de frutificação, primeira semana de abril de 2016, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade para avaliação de atributos químicos. Foram utilizadas as metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017).

No extrato de saturação determinou-se a condutividade elétrica. As determinações de fertilidade foram: potencial hidrogeniônico (pH) em amostra de terra fina seca ao ar diluída em água destilada na proporção de 2,5 vezes seu volume; cálcio, magnésio e alumínio utilizando o extrator KCl 1M, sendo Ca²⁺ e Mg²⁺ titulados com EDTA (Sal dissódico) 0,0125M e Al³⁺ com NaOH 0,025M; potássio, sódio e fósforo utilizando a solução Mehlich I (H₂SO₄ 0,0125M + HCl 0,05M) como extrator, com K⁺ e Na⁺ determinados em fotômetro de chama e P em fotocolorímetro; acidez potencial (H+Al), pelo método do acetato de cálcio [(CH₃COO)₂Ca.H₂O] 0,5M a pH 7 e titulado com NaOH 0,1M utilizando fenolftaleína como indicador e; carbono orgânico, com solução de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) 0,0667 M, titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,05M.

A partir dos resultados das análises de fertilidade foram calculadas os seguintes atributos: soma de bases (SB), considerando as bases cálcio, magnésio, potássio e sódio; capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases mais acidez potencial; saturação por bases (V), relação entre SB e CTC, vezes 100 e; percentagem de sódio trocável (PST), relação entre sódio trocável e capacidade de troca de cátions, multiplicado por 100.

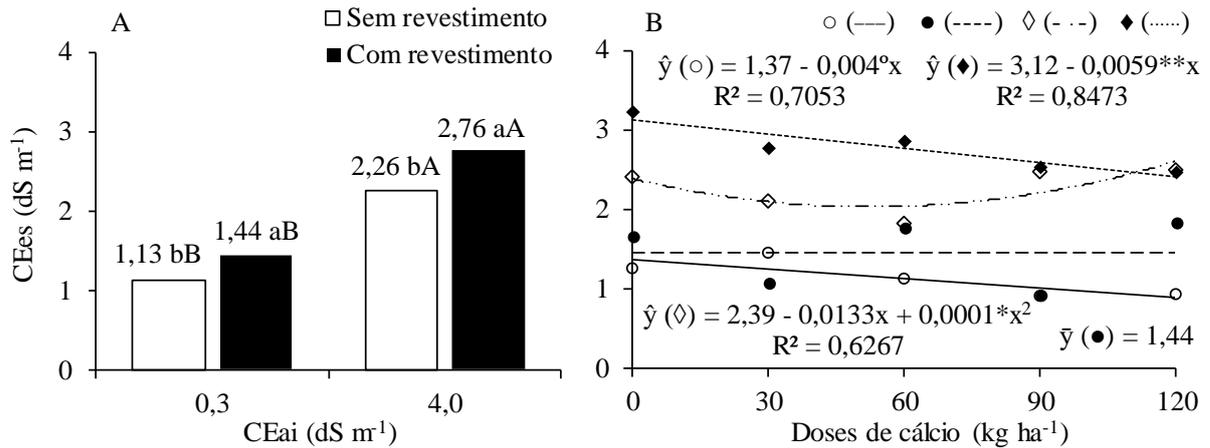
1.2.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para avaliação dos efeitos dos fatores isoladamente e das interações. Os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção lateral das covas contra as perdas hídricas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$), enquanto as doses de cálcio foram ajustadas por regressão polinomial, com o teste F ($p \leq 0,10$) para se verificar a significâncias dos modelos. As análises foram realizadas no software SAS[®] University Edition.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação (CEes) e Potencial Hidrogeniônico (pH) do Solo

A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo foi elevada de $0,82 \text{ dS m}^{-1}$, antes do cultivo com maracujazeiro (Tabela 1.1), para em média $1,90 \pm 0,77 \text{ dS m}^{-1}$ na época de plena floração das plantas. A salinidade do solo foi influenciada pela interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 3,51$; $p = 0,0161$). A salinização do solo foi intensificada com a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo potencializada nas covas revestidas (Figura 1.2A). A CEes do solo passou de $1,13$ para $2,76 \text{ dS m}^{-1}$, aumento de 144%, da irrigação das covas sem revestimento com água não salina para a irrigação com água salina das covas revestidas. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de $0,3$ para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ elevou a CEes do solo em 100 e 92% nas covas sem e com revestimento. Enquanto o revestimento intensificou a salinidade do solo em 27 e 22% quando se irrigou as áreas com água de $0,3$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. O aumento nas doses de cálcio reduziu a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo em $0,48$ (35%) e $0,71$ (23%) dS m^{-1} , da condição de sem adubação calcítica para a aplicação de 120 kg ha^{-1} de cálcio, quando irrigou as covas sem revestimento com água não salina e com uso de água salina em covas revestidas (Figura 1.2B). Na irrigação com água salina em covas sem proteção lateral a aplicação de 67 kg ha^{-1} reduziu em 18% ($2,39$ para $1,95 \text{ dSm}^{-1}$) a condutividade elétrica do extrato de saturação.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

°, * e **: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 1.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEEs) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

O manejo agrícola dos solos altera suas propriedades químicas tanto pelo aporte de fertilizantes e/ou corretivos como pela irrigação. Como observado por Pires et al. (2008), a adubação química no cultivo do maracujazeiro saliniza mais o solo que a adubação orgânica. Entre os adubos químicos utilizados neste trabalho o que possui maior potencial de salinização foi o cloreto de potássio, seguido por ureia, sulfato de magnésio, nitrato de cálcio e fosfato monoamônio (Rader et al., 1943; Trani e Trani, 2011). Enquanto a irrigação eleva a salinidade, sendo potencializada quando se aumenta a concentração de sais da água, tanto na produção de mudas (Bezerra et al., 2014) como no cultivo em campo (Souza et al., 2016) do maracujazeiro devido o aporte de sais ao solo. No entanto, durante os 142 dias de cultivo irrigação do maracujazeiro o caráter do solo permaneceu não salino, ou seja, condutividade elétrica do extrato de saturação abaixo de 4 dS m⁻¹ (Santos et al., 2013).

Quanto ao revestimento, os resultados corroboram com os apresentados por Cavalcante et al. (2005) que observaram aumento da salinidade ao revestir as covas cultivadas com maracujazeiro. O revestimento impede a drenagem lateral da água e dos sais em época de estiagem, como também a movimentação da solução do solo de zonas mais distantes, maior potencial hídrico, para zonas mais próximas das raízes com menor potencial hídrico ocasionada

pela absorção pelas raízes, em épocas chuvosas. No presente estudo foi observado ocorrência de chuvas antes das avaliações (Figura 1.1). Enquanto a adubação calcítica contribui para a substituição do sódio no complexo de troca, reduzindo a dupla camada difusa e aumentando assim a condutividade hidráulica do solo, promovendo a lixiviação dos sais (Tavares Filho et al., 2012). A redução da condutividade elétrica no extrato de saturação, em função de doses de cálcio, encontrada nesse trabalho corrobora com Gheyi et al. (1995) e Medeiros et al. (2014), que identificaram a eficiência do gesso na redução da salinidade em solo salino-sódico.

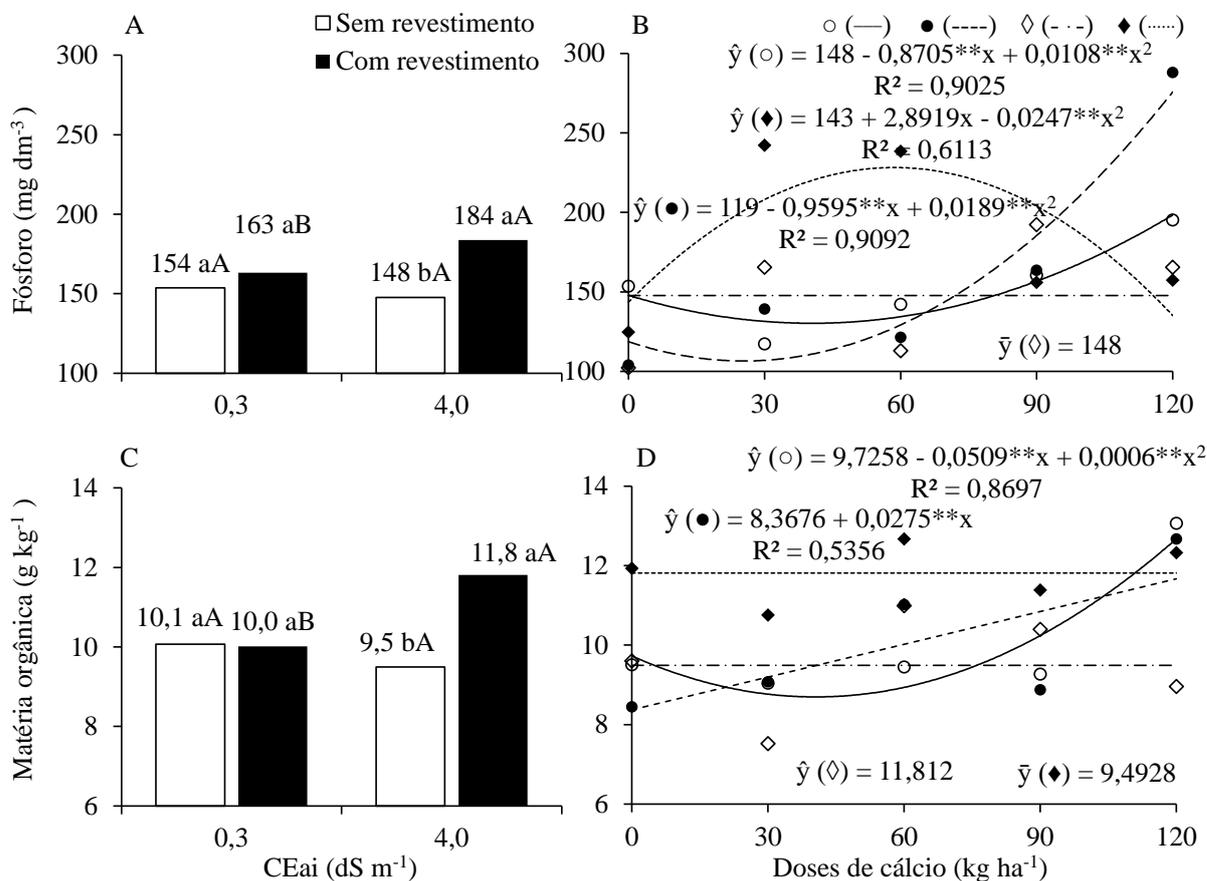
O potencial hidrogeniônico do solo passou de 4,58 antes do cultivo com maracujazeiro (Tabela 1.1), para em média $6,35 \pm 0,39$ na época de plena floração das plantas, não sendo observado efeito dos fatores estudados. Essa variação no pH do solo ocasionada pelo cultivo está relacionada ao manejo da adubação. Pires et al. (2008) observaram que a adubação elevou o pH do solo, com maior intensidade com aplicação de insumos orgânicos em detrimento a adubação mineral. Os fertilizantes minerais podem tanto acidificar quanto elevar o pH do solo (Trani e Trani, 2011), nesta pesquisa, antes da época de avaliação, a quantidade de adubos acidificantes (ureia e monoamônio fosfato, 122 g por cova) foi menor que a quantidade de adubos que proporcionam alcalinização (nitrato de cálcio, 152 g por cova). Sendo que o esterco bovino e outros adubos orgânicos também podem aumentar o pH do solo (Pires et al. 2008).

1.3.2 Fósforo e Matéria Orgânica

Os teores de fósforo e matéria orgânica do solo passaram de $10,6 \text{ mg dm}^{-3}$ e $5,1 \text{ g kg}^{-1}$ antes do cultivo com maracujazeiro (Tabela 1.1) para em média $152 \pm 50 \text{ mg dm}^{-3}$ e $10,4 \pm 1,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente na época de plena floração das plantas. Sendo que o fósforo foi afetado pela interação entre condutividade elétrica da água, revestimento lateral e doses de cálcio ($F = 29,75$; $p < 0,0001$), enquanto para a matéria orgânica apenas as interações entre condutividade elétrica da água e revestimento lateral das covas ($F = 19,25$; $p < 0,0001$) e condutividade elétrica da água e doses de cálcio ($F = 8,33$; $p < 0,0001$) foram significativas.

Nas combinações entre salinidade da água e revestimento, o fósforo e a matéria orgânica seguiram o mesmo comportamento (Figura 1.3). O fósforo e a matéria orgânica do solo irrigado com água não salina, quanto ao revestimento não diferiram, com médias de 154 e 163 mg dm^{-3} de P e $10,1$ e $10,0 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria orgânica, respectivamente (Figura 1.3A, C). Na irrigação com água salina as maiores médias foram obtidas nas covas revestida, 184 mg dm^{-3} e $11,8 \text{ g kg}^{-1}$, e as menores nas covas sem revestimento, 148 mg dm^{-3} e $9,5 \text{ g kg}^{-1}$ para o teor de fósforo e

de matéria orgânica, respectivamente. Também observou-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação nas covas com revestimento proporcionou os maiores teores de fósforo (184 mg dm^{-3}) e matéria orgânica ($11,8 \text{ g kg}^{-1}$).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1.3 Teores de fósforo e matéria orgânica do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (\circ) e com (\bullet) revestimento das covas sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e, sem (\diamond) e com (\blacklozenge) revestimento das covas sob irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Na ausência da adubação calcíca à dose de 120 kg ha^{-1} , nas áreas irrigadas com água não salina, os respectivos aumentos do fósforo foram de 148 a 199 mg dm^{-3} (34%), nas covas sem revestimento, e de 119 a 276 mg dm^{-3} (132%), nas covas revestidas (Figura 1.3B). Nas covas revestidas e irrigadas com água salina o maior teor de fósforo (248 mg dm^{-3}) foi obtido

sob a dose de 59 kg ha⁻¹ de cálcio. Para a matéria orgânica observou-se, apenas nas áreas irrigadas com água não salina (0,3 dS m⁻¹), os maiores teores nas maiores doses de cálcio aplicado (120 kg ha⁻¹) (Figura 1.3 D).

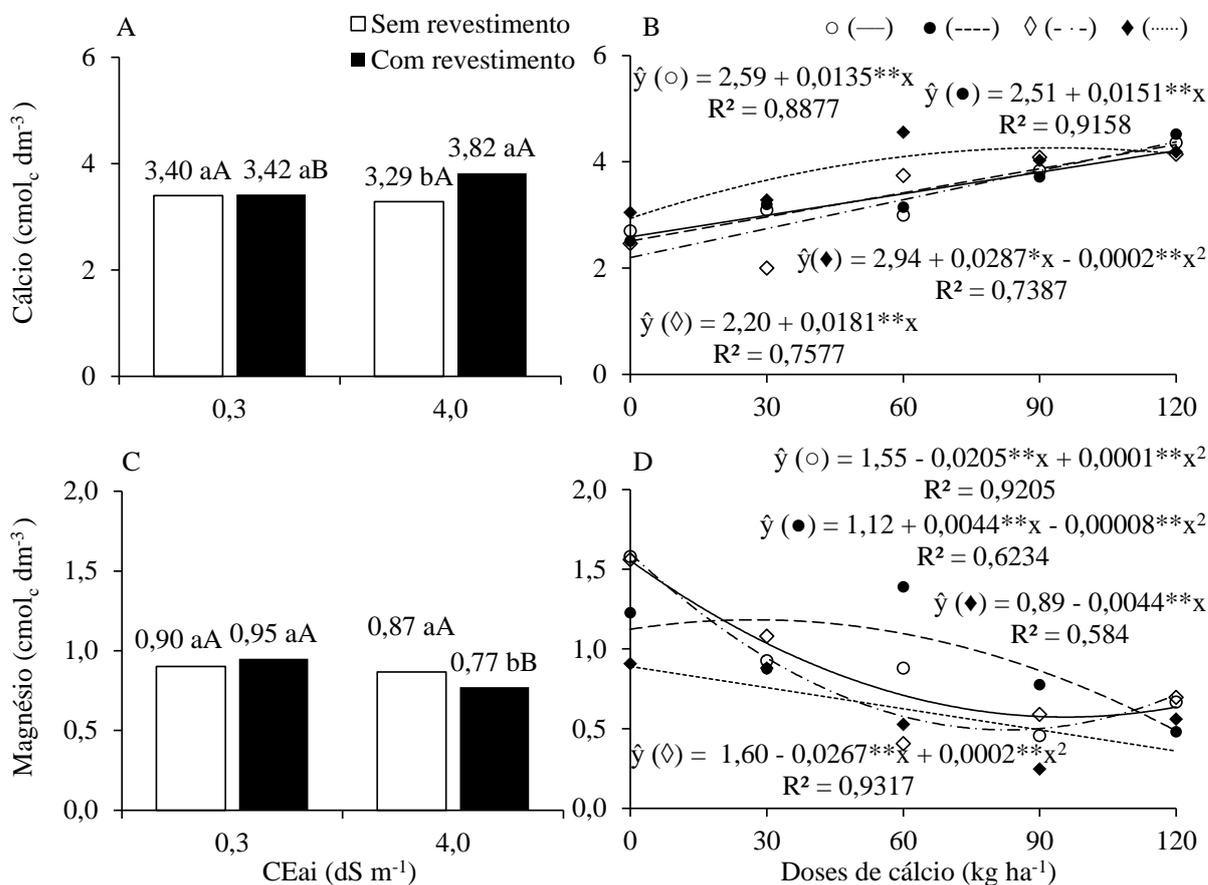
Os teores de fósforo no solo em todas as situações estão muito elevados (Raij, 2011). As maiores médias encontradas para esse elemento foram com água salina em covas revestidas, sendo que alguns trabalhos têm mostrado maior concentração de fósforo com aumento da sodicidade e de cálcio (Vital et al., 2005; Santos et al., 2016). O maior percentual de matéria orgânica encontrado na irrigação salina e nas covas revestidas pode ser justificado pelo sódio presente na água, uma vez que o excesso de sódio reduz a atividade microbiana (Santos et al., 2016) e conseqüentemente diminuir a decomposição/mineralização da matéria orgânica. Entretanto mesmo nessas condições, os teores de matéria orgânica são considerados baixos, estando na faixa de 0 a 15 g kg⁻¹ (Raij, 2011).

1.3.3 Bases Trocáveis do Solo e Soma de Bases

As bases trocáveis do solo, cálcio, magnésio, potássio e sódio, e a soma dessas bases, aumentaram de 1,92, 0,48, 0,08, 0,05 e 2,53 cmol_c dm⁻³ antes do cultivo com maracujazeiro (Tabela 1.1) para em média 3,48 ± 0,79, 0,87 ± 0,42, 0,26 ± 0,07, 0,39 ± 0,30 e 5,01 ± 0,71 cmol_c dm⁻³, respectivamente na época de plena floração das plantas. Esse aumento está relacionado tanto a aplicação dos adubos minerais, sendo colocado antes da avaliação 69 g de potássio, 29 g de cálcio e 4,4 g de magnésio por cova, e orgânico (esterco bovino), fontes de nutrientes (Pires et al., 2008; Trani e Trani, 2011), como pela água de irrigação que contém sais solúveis. O cálcio trocável foi influenciado pelas interações entre salinidade da água e revestimento (F = 7,68; p = 0,0081) e, entre salinidade da água e doses de cálcio (F = 8,65; p < 0,0001). Para as bases magnésio (F = 12,42; p < 0,0001), potássio (F = 39,26; p < 0,0001) e sódio (F = 3,07; p = 0,0282), como para a soma de bases (F = 4,55; p < 0,0045) a interação entre salinidade da água de irrigação, revestimento lateral e as doses de cálcio foi significativa.

A maior concentração de cálcio trocável no solo (3,82 cmol_c dm⁻³) foi obtida quando se irrigou as covas revestidas com água salina, superando em 16% o valor obtido em covas sem revestimento e em 12% as covas irrigadas com água não salina (Figura 1.4A). O aumento nas doses de cálcio elevou sua concentração no solo em 0,14 (6%), 0,15 (6%) e 0,18 (8%) cmol_c dm⁻³ a cada aplicação de 10 kg ha⁻¹ de cálcio quando se irrigou as covas com água não salina, sem e com revestimento, e irrigou-se as covas não revestidas com água salina, respectivamente

(Figura 1.4B). Nas covas com proteção lateral e irrigadas com água salina o cálcio trocável aumentou até a dose de 72 kg ha⁻¹ de cálcio, obtendo-se 3,97 cmol_c dm⁻³ de cálcio superior em 35% em relação a ausência de adubação calcítica.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1.4 Teores de cálcio e magnésio do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

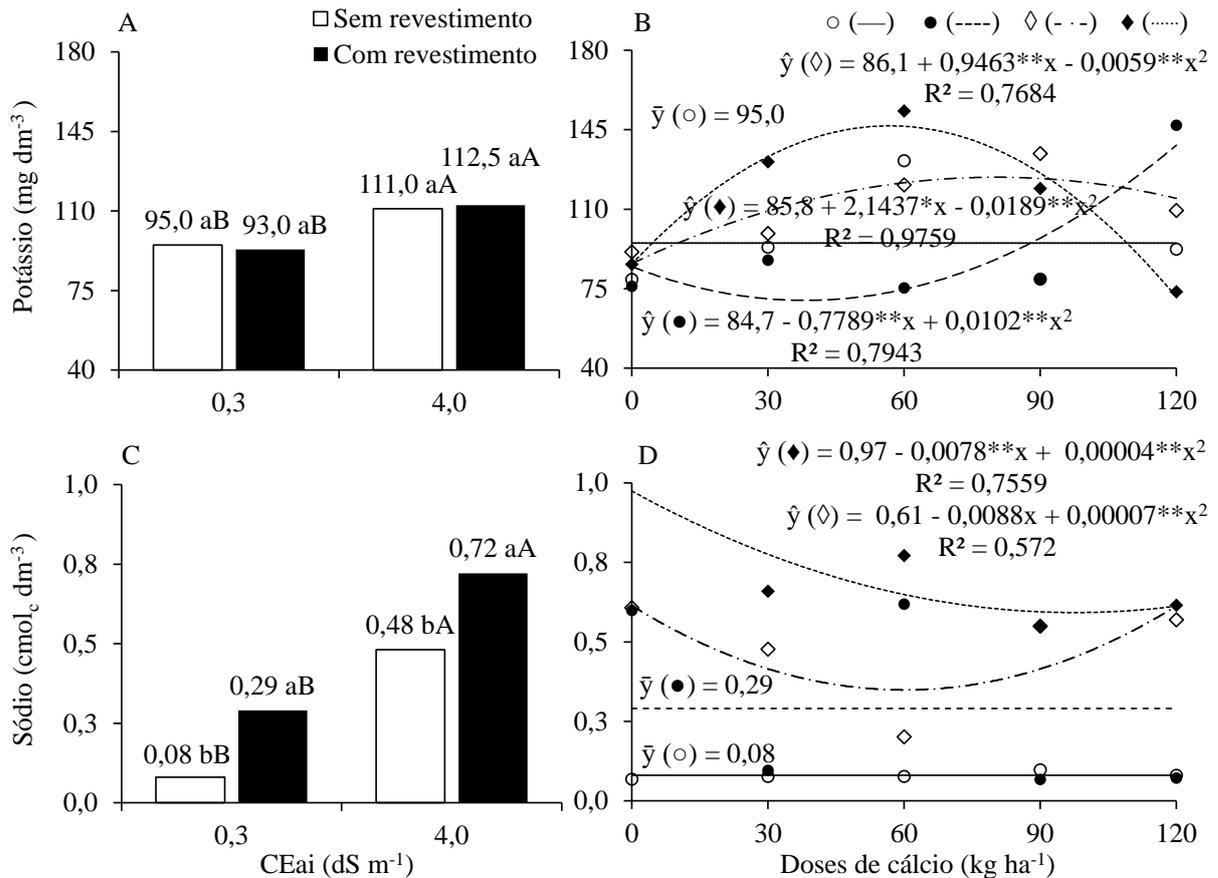
A água salina em plantio convencional não interferiu no teor de cálcio no solo, entretanto com o revestimento, a irrigação salina elevou o teor deste nutriente, uma vez que, o revestimento impede a infiltração lateral (Cavalcante et al., 2005). Com a aplicação de doses de cálcio, os teores deste nutriente foram elevados em todas as situações observadas, como

corroborado por Amaral et al. (2017) estudando aplicação de gesso verificaram aumento de 2,1 e 2,4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ deste nutriente nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.

Para o magnésio, ao contrário do ocorrido com o cálcio, a irrigação com água salina (4,0 dS m^{-1}) nas covas revestidas o reduziu à 0,77 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (-19%), sendo que sob este tipo de água o não revestimento das covas proporcionou maior valor de magnésio trocável, 0,87 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 1.4C). Também observou-se que o aumento nas doses de cálcio reduziu o magnésio no solo (Figura 1.4D). Os valores de magnésio, em relação a adubação calcítica, reduziram dos máximos de 1,55, 1,12, 1,60 e 0,89 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, sem adubação calcítica, para os mínimos de 0,50, 0,50, 0,71 e 0,36 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob as respectivas doses de 103, 120, 67 e 120 kg ha^{-1} de cálcio nas condições de irrigações com água não salina (0,3 dS m^{-1}), sem e com revestimento das covas, e salina (4,0 dS m^{-1}), em covas não revestidas e revestidas, respectivamente.

Como observado nesse experimento, em covas convencionais, o teor de magnésio não foi influenciado pela água de irrigação. Dias et al. (2015) estudando atributos químicos do solo irrigados com água salina em maracujazeiro também não verificaram diferenças significativas com irrigação salina para esse nutriente. Com a aplicação de cálcio houve redução nos teores de magnésio, como o aumento do teor de cálcio na solução pode promover deslocamento do magnésio, já este é menos fortemente retido. Trabalhos realizados por Medeiros et al. (2008) e Noia et al. (2014) com calcário e gesso respectivamente, verificaram redução do magnésio a medida que o cálcio era elevado.

A menor concentração de potássio trocável foi observada no solo irrigado com água não salina (0,3 dS m^{-1}), 94,0 mg dm^{-3} , e o maior sob água salina (4,0 dS m^{-1}), 111,8 mg dm^{-3} , independentemente do revestimento das covas (Figura 1.5A). A relação entre doses de cálcio e concentração de potássio trocável, sob irrigação com água não salina, não foi observado em covas sem revestimento, enquanto nas covas revestidas o potássio aumentou a partir da dose de 38 kg ha^{-1} de cálcio (Figura 1.5B). Porém, sob irrigação com água salina, o potássio aumentou até as doses de 80 kg ha^{-1} de cálcio, em covas não revestidas, e 58 kg ha^{-1} de cálcio, em covas com proteção obtendo-se os respectivos aumentos de 44 (86,1 a 124,0 mg dm^{-3}) e 71% (85,8 a 146,6 mg dm^{-3}) em relação a ausência da adubação calcítica.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

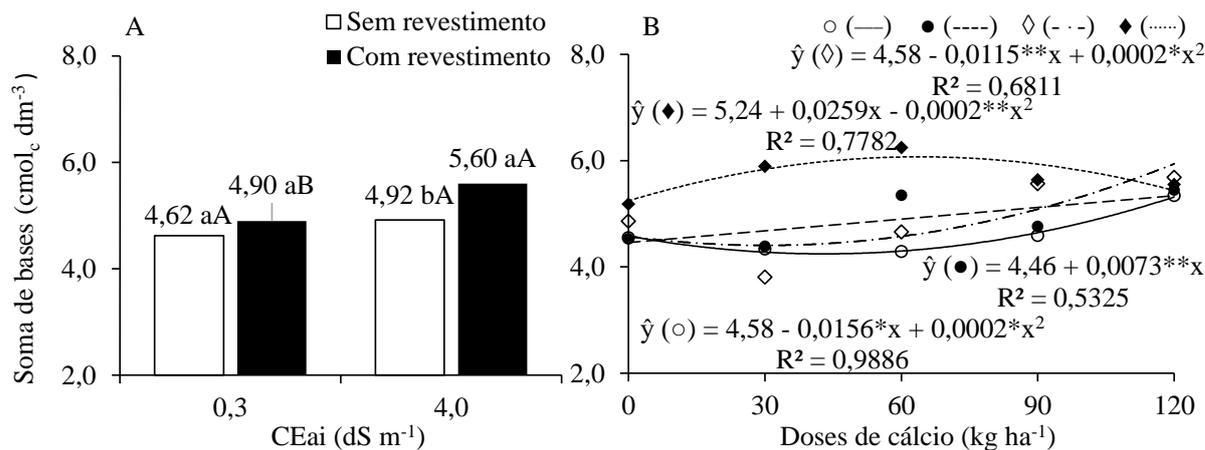
Figura 1.5 Teores de potássio e sódio trocáveis do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A salinidade da água elevou o teor de potássio no solo. Nunes (2017) trabalhou com potássio e salinidade também observou esse aumento que, em parte, pode ter ocorrido pela menor absorção do potássio tendo em vista o seu efeito antagônico com o sódio. A adubação calcítica também promoveu aumento nos teores de potássio, fato curioso já que são cátions que competem pelos sítios de adsorção, sendo o potássio o mais móvel, e em algumas situações o cálcio não tem provocado a lixiviação do potássio (Ernani et al., 2007). Medeiros et al. (2008) trabalhando com calcário no solo não obtiveram efeito para o teor de potássio.

A irrigação elevou o sódio trocável do solo com maior intensidade quando se irrigou com água salina, sendo potencializado ao se revestir as covas, passando de 0,08 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob irrigação das covas sem revestimento para 0,72 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ao se irrigar as covas revestidas com água salina, incremento de 800% (Figura 1.5C). Registrou-se aumentos de 263%, na irrigação com água não salina, e 50%, com uso de água salina, do sódio trocável ocasionado pelo revestimento. Com aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m^{-1} os aumentos foram de 500 e 148% em covas sem e com proteção lateral, respectivamente. Em relação as doses de cálcio observou-se, apenas sob irrigação com água salina, redução do sódio trocável de 0,61 para 0,33 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (-46%) nas covas sem revestimento e de 0,97 para 0,59 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (-39%) nas covas revestidas da ausência de adubação calcítica às doses de 63 e 98 kg ha^{-1} de cálcio, respectivamente (Figura 1.5D).

A salinidade da água elevou o teor de sódio no solo. Freire et al. (2015) em cultivo de maracujazeiro também observaram aumento acima de 100% no teor de sódio no solo com uso de água salina. A redução no teor de sódio trocável promovida pelo aumento nas doses de cálcio corrobora com Leite et al. (2010).

A maior soma de bases do solo (5,60 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) foi obtida quando se irrigou as covas revestidas com água salina, superando em 14% o valor obtido em covas sem revestimento e em 18% as covas irrigadas com água não salina (Figura 1.6A). O aumento na soma de bases com maior intensidade foi observada, quando se irrigou com água não salina, a partir das doses 39, em covas sem revestimento, e 0 kg ha^{-1} de cálcio, em covas revestidas, obtendo-se incrementos de 22 (4,58 a 5,59 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e 20% (4,46 a 5,34 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), respectivamente da ausência de adubação calcítica e na dose de 120 kg ha^{-1} de cálcio (Figura 1.6B). Sob água salina em covas sem revestimento a soma de bases elevou-se com maior intensidade a partir de 58 kg ha^{-1} de cálcio atingindo 5,47 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob a dose de 120 kg ha^{-1} . Enquanto nas covas com revestimento o aumento na soma de bases foi até a dose de 65 kg ha^{-1} .



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

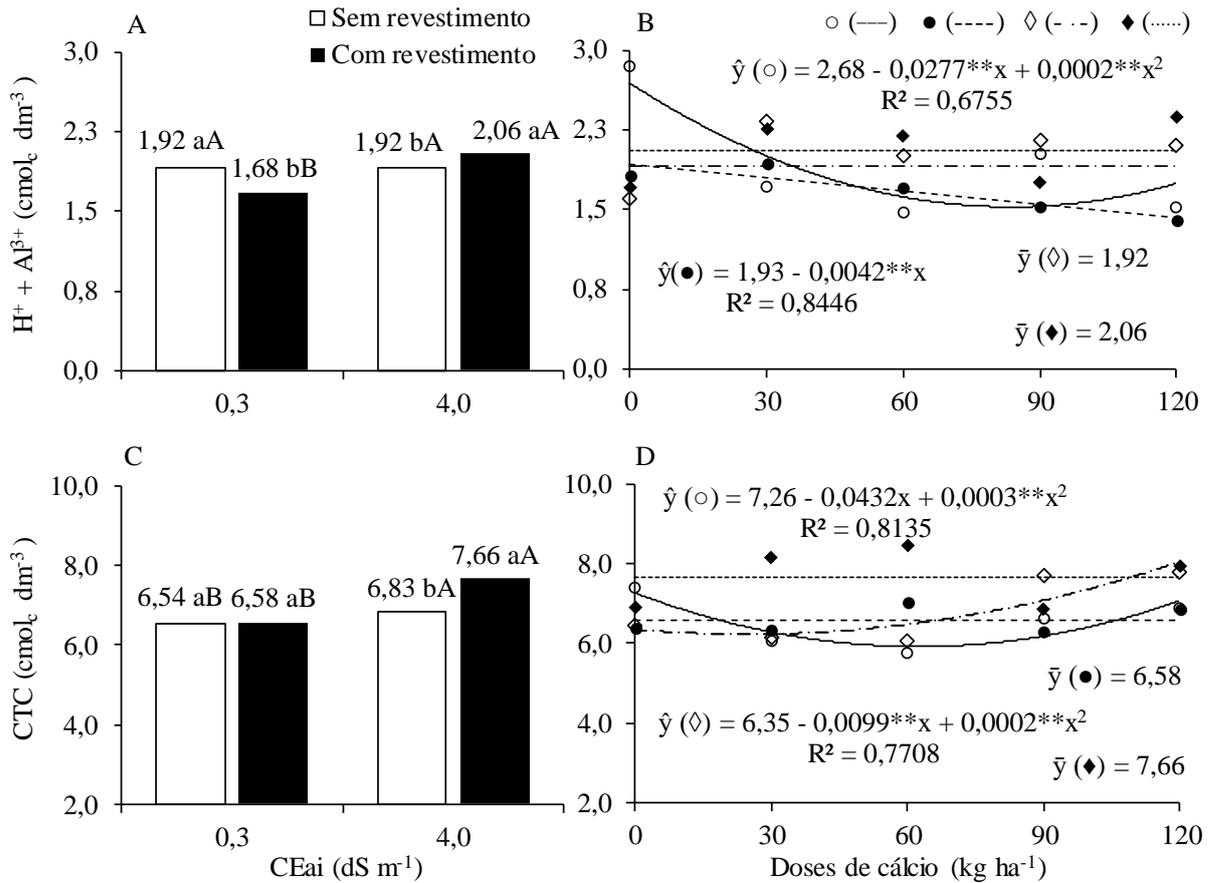
Figura 1.6 Soma de bases trocáveis do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A maior contribuição para o aumento na soma de base foi da água salina e com o uso de revestimento, nessa condição pode-se inferir a participação de aproximadamente 69, 14, 5 e 12% das bases cálcio, magnésio, potássio e sódio, respectivamente. Garcia et al. (2008) trabalhando com água salina a partir de cloreto de cálcio e cloreto de sódio também encontram aumento no teor de sódio, cálcio e soma de bases em função do aumento na condutividade elétrica da água.

1.3.4 Acidez Potencial, CTC, V e PST

A acidez potencial do solo, a capacidade de troca de cátions, a saturação por bases e a percentagem de sódio trocável aumentaram de 1,30, 3,83 cmol_c dm⁻³, 66,1 e 1,3% antes do cultivo com maracujazeiro (Tabela 1.1) para em média 1,89 ± 0,42, 6,90 ± 0,82 cmol_c dm⁻³, 72,6 ± 5,2, 5,6 ± 4,10%, respectivamente na época de plena floração das plantas. A interação entre a salinidade da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio aplicadas ao solo influenciou a acidez potencial ($F = 5,94$; $p < 0,0009$), a capacidade de troca catiônica ($F = 4,69$; $p < 0,0038$), a saturação por bases ($F = 6,18$; $p = 0,0007$) e a percentagem de sódio trocável ($F = 3,28$; $p < 0,0217$).

A irrigação das covas revestidas com água salina proporcionou a maior acidez potencial ($2,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo, superior em 7% às covas não revestidas e irrigadas com água salina e em 23% quando se irrigou as covas com revestimento com água não salina (Figura 1.7A). Em covas não revestidas, a acidez potencial do solo não foi afetada pela salinidade, mas sob água não salina as covas não revestidas tiveram maior acidez que as covas revestidas com médias de 1,92 e 1,68 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. A relação entre doses de cálcio e acidez potencial do solo foi estabelecida apenas quando utilizou-se água não salina na irrigação (Figura 1.7B). Nas covas não revestidas a acidez potencial diminuiu até a dose de 69 kg ha^{-1} de cálcio atingindo 1,72 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, redução de 36% em relação a não adubação com cálcio. Nas covas com proteção lateral a redução da acidez foi de 2% a cada 10 kg ha^{-1} de cálcio atingindo a menor acidez potencial de 1,43 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ sob a dose de 120 kg ha^{-1} de cálcio.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

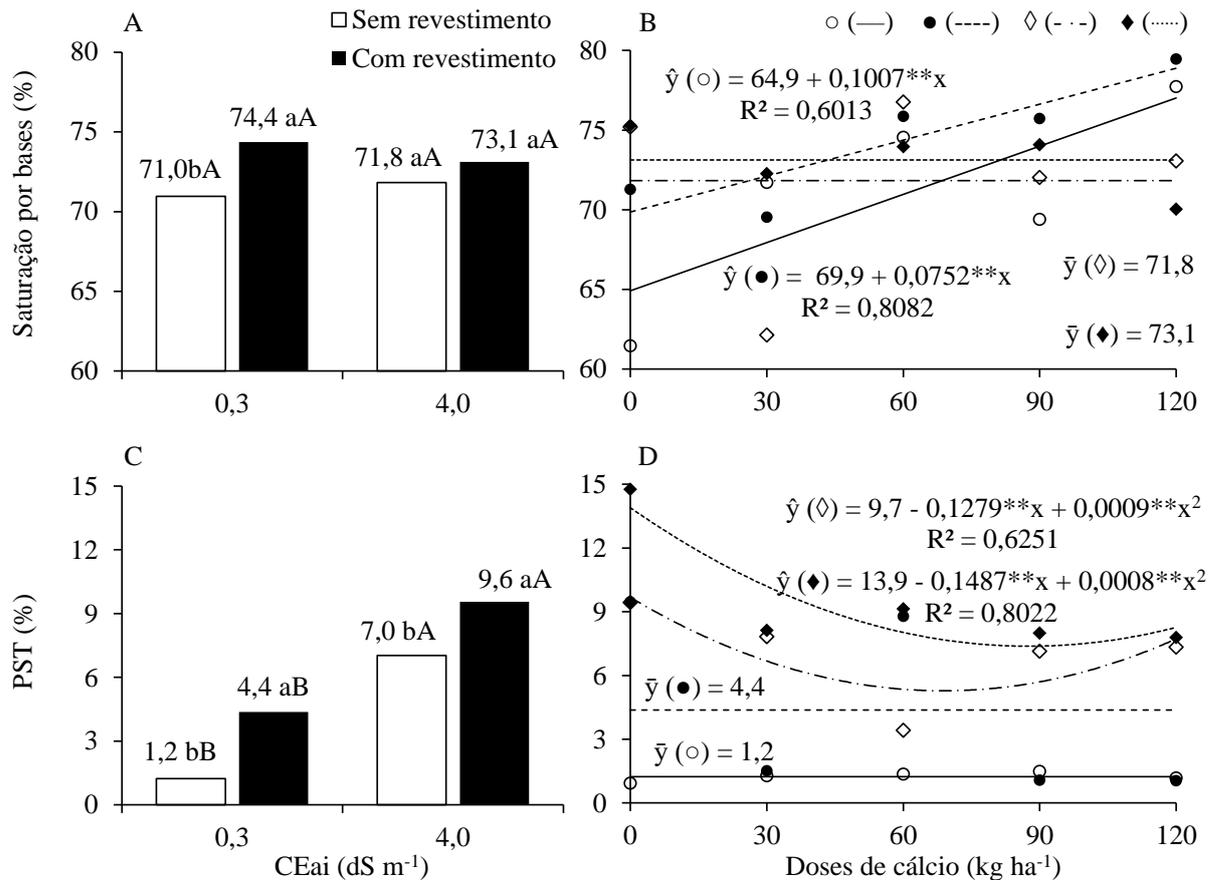
Figura 1.7 Acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (\circ) e com (\bullet) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (\diamond) e com (\blacklozenge) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A capacidade de troca de cátions do solo não foi influenciada pelo revestimento lateral das covas quando se irrigou com água não salina, mas com água salina a CTC passou de 6,83 para 7,66 cmol_c dm⁻³, acréscimo de 12%, com o uso de proteção lateral das covas, respectivamente (Figura 1.7C). Também observou-se que a água salina elevou a capacidade de troca de cátions do solo em 4%, em covas sem revestimento, e em 16%, em covas revestidas. Quanto a adubação com cálcio sobre a CTC observou-se ajuste apenas nas covas sem revestimento (Figura 1.7D). A capacidade de troca de cátions do solo reduziu em 12%, quando

irrigado com água não salina, e aumentou em 27% sob irrigação com água salina, da ausência de adubação calcítica a dose de 120 kg ha⁻¹ de cálcio.

O aumento da acidez potencial do solo ocorre naturalmente através da reação entre água e gás carbônico no solo, liberando bicarbonato (HCO₃⁻) e íons H⁺. Como no presente estudo não foram encontrados íons de alumínio a elevação da acidez potencial esteve relacionada ao aumento de prótons. Dias et al. (2015) verificaram redução na acidez potencial do solo quando irrigado com água salina. A diminuição na acidez potencial do solo, em função do cálcio, também foi verificada por Anjos et al. (2011). Garcia et al (2008) também verificaram aumento na CTC do solo com o aumento da salinidade da água em duas classes de solo. Em trabalho com calagem, Anjos et al. (2011) também verificaram redução na CTC do solo.

A menor saturação por bases (71,0%) foi observada no solo irrigado com água não salina sem proteção das covas, sendo inferior em 5% ao observado nas covas com revestimento (Figura 1.8A). As diferenças na saturação por bases quanto a salinidade da água e em relação ao revestimento, sob água salina, foram não significativas. A saturação por bases aumentou em relação a aplicação de cálcio, mas apenas quando irrigou-se com água não salina e com maior intensidade nas covas não revestidas (Figura 1.8B). A variação na percentagem de sódio trocável seguiu o mesmo comportamento observado na concentração de sódio trocável do solo. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m⁻¹ elevou a PST do solo em 483%, em covas sem revestimento, e em 118%, em covas revestidas (Figura 1.8C). Enquanto o revestimento intensificou o aumento na PST em 267 e 37% sob irrigações com águas de 0,3 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente. As doses de cálcio reduziram a percentagem de sódio trocável do solo irrigado com água salina (Figura 1.8D). A PST do solo irrigado com água salina em covas sem revestimento reduziu até a dose de 71 kg ha⁻¹ de cálcio passando a 5,2%, redução de 46% em relação a não aplicação de cálcio. Enquanto nas covas revestidas a redução se deu até a dose de 93 kg ha⁻¹ de cálcio passando a 6,7%, sendo 52% menor que observado sem adubação calcítica.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1.8 Saturação por bases (V) e percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A e C) e das doses de cálcio (B e D) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A aplicação de cálcio promoveu reduções na PST do solo irrigado com água salina, uma vez que o cálcio além de participar no complexo de troca reage com o sódio dos sítios ou pontos de troca, deslocando-o para a solução e proporcionando sua lixiviação (Leite et al., 2010). Esse efeito na redução da PST do solo também foram comprovadas por Miranda et al (2008) e Medeiros et al. (2014) que constataram redução significativa na PST do solo com a aplicação de cloreto de cálcio e gesso, respectivamente.

1.4 CONCLUSÕES

A irrigação de Neossolo Regolítico cultivado com maracujazeiro amarelo deve ser preferencialmente com água não salina, por ter menor potencial de elevar seu caráter salino e/ou sódico;

O revestimento das covas com filme plástico intensificou a salinização e sodificação do solo;

A adubação calcítica é recomendada em Neossolo com baixa concentração deste cátion, indicando-se aproximadamente 60 kg ha^{-1} por reduzir as condições de salinidade e sodicidade e elevar a fertilidade sem prejudicar o equilíbrio dos nutrientes.

1.5 REFERÊNCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 56), 2006. 298p.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711-728, 2013.
- Amaral, L. A. do; Ascari, J. P.; Duarte, W. M.; Mendes I. R. N.; Santos, E. S.; Julio, O. L. L. de. Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. **Revista Agrarian**, v.10, n.35, p. 31-41, 2017.
- Anjos, J. L. dos; Sobral, L. F.; Lima Junior, M. A. Efeito da calagem em atributos químicos do solo e na produção da laranjeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, p.1138–1142, 2011.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Bezerra, M. A. F.; Pereira, W. E.; Bezerra, F. T. C.; Cavalcante, L. F.; Medeiros, S. A. S. Água salina e nitrogênio na biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agropecuária Técnica**, v.35, p.150-160, 2014.
- Borges, A. L.; Souza, L. de S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141), 2010. 4p.
- Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G.; Andrade, R.; Sá, J. R.; Macêdo, J. P. S.; Gondim, S. C.; Cavalcante, I. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, suplemento, p.314-317, 2005.
- Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, I. H. L.; Santos, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: Cavalcante, L. F. (Ed.). **O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra, cap. 1, p. 17–65, 2012.
- Conejo, J. G. L. (Ed.). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005. 176p.

- Conejo, J. G. L. (Ed.). Panorama do Enquadramento dos Corpos d'Água do Brasil e Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2007. 124p.
- Dias, N. da S.; Blanco, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; DIAS, N. da S.; Lacerda, C. F. DE (Eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.
- Dias, T. J.; Freire, J. L. de O.; Cavalcante, L. F.; Nascimento, E. S. do; Dantas, L. A.; Dantas, M. M. de M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, n.27. p. 19-29, 2015.
- Ernani, P. R.; Ameida, J. A.; Santos, F. C. 2007. Potássio. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros N. F.; Fontes R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves J. C. L. **Fertilidade do solo**, 1ª ed. Viçosa: SBCS/UFV p. 551-594.
- Freire, J. L. de O.; Cavalcante, L. F.; Dias, T. J.; Dantas, M. M. M.; Macedo, L. P. M. Azevedo, T. A. O. de. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- Garcia, G. de O.; Martins Filho, S.; Reis, E. F. dos; Moraes, B. M.; Nazário, A. de A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 7-18, 2008.
- Gheyi, H. R.; Azevedo, N. C.; Batista, M. A. F.; Santos, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.173-178, 1995.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em: 4 de nov. 2018.
- IDEME. **Anuário Estatístico** - Paraíba 2016. João Pessoa: Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual (IDEME), 2013. 3141p.
- Leite, E. M.; Diniz, A. A.; Cavalcante, L. F.; Gheyi, H. R.; Campos, V. B. Redução da sodicidade em solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 110-116, 2010.
- Lima Neto, A. J. de; Dantas, T. A. G.; 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.
- Marschner, P. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3ª ed. San Diego: Elsevier®, 2012. 651p.

- Medeiros, J. X. de; Silva, G. H. da; Santos, R. V. dos; Crescimento inicial de mudas de pinheira e goiabeira em solo salino-sódico com corretivos. **Revista Verde**, n. 2, p. 59 - 65, 2014.
- Medeiros, J.C.; Albuquerque, J. A.; Mafra, A. L.; Rosa, J. D.; Gatiboni, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina**, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.
- Miranda, M. F. A.; Pessoa, L. G. M.; Freire, M. B. G. dos S.; Freire, F. J. Correção de solo salino-sódico com soluções de cloreto de cálcio cultivado com sorgo sudanense. **Caatinga**, v.21, n.5, p.18-25, 2008.
- Nogueira, E.; Gomes, E.R.; Sousa, V. F. de; Silva, L.R.A. de; Broetto, F. Coeficiente de cultivo e lâminas de irrigação do maracujazeiro amarelo nas condições semiáridas. **Anais do II INOVAGRI International Meeting**, 2014. p. 474-484, 2014.
- Nóia, N. R. de C.; Davalo, M. J.; Ribon, A. A.; Wosniak, H. do N. Efeito de doses de gesso nas propriedades químicas do solo. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 4, p. 10-21, 2014.
- Nunes, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante**. Areia. 2016. 164f. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- 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 Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.
- Prisco, J. T.; Gomes Filho, E.; Miranda, R. de S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2ª ed. 2016. p. 163-180.
- Rader, L. F.; White, L. M.; Whittaker, W. The salts index: a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. **Soil Science**, v. 55, n. 3, p. 201-218, 1943.
- Raij, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

- Santos, R. V. dos; Cavalcante, L. F.; Vital, A. de F. M.; Lacerda, C. F. de; Souza, E. R. de; Lima, G. S. de. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2ª ed. 2016. p. 277-294.
- Souza, J. T. A.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Bezerra, F. T. C.; Nunes, J. A. da S.; Silva, A. R.; Oresca, D.; Cavalcante, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 32, p. 2994-3003, 2016.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Tavares Filho, A. N.; Barros, M. de F. C.; Rolim, M. M.; Silva, E. F. de F. e. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino-sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.247–252, 2012.
- Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.
- Trani, P. E.; Trani, A. L. **Fertilizantes**: cálculos de fórmulas comerciais. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 29p. (Série Tecnológica APTA. Boletim Técnico IAC, 208).
- Vital, A. de F. M.; Santos, R. V. dos; Cavalcante, L. F.; Souto, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p. 30-36, 2005.

Anexo I

Tabela 1.2 Resumo das análises de variância das variáveis condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), matéria orgânica (MO), cálcio trocável (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca)

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio						
		CEes	pH	P	MO	Ca	Mg	K
Bloco	2	0,1362 ^{ns}	0,0073 ^{ns}	449,6433 ^{ns}	0,2885 ^{ns}	0,1703 ^{ns}	0,0288*	125,4044 ^{ns}
CEai	1	22,5279**	0,0558 ^{ns}	787,4239 ^{ns}	5,5905 ^{ns}	0,3139 ^{ns}	0,1707**	4723,4260*
Resíduo (a)	2	0,2012	0,2595	77,2532	1,2315	0,2822	0,0003	60,9288
Ca	4	0,2974*	0,1370 ^{ns}	10057**	13,1174**	5,6073**	1,4037**	2102,9537**
Re	1	2,4980**	0,2926 ^{ns}	7772,8316**	19,3239**	1,1537**	0,0082 ^{ns}	0,8570 ^{ns}
Re x Ca	4	0,3201*	0,1625 ^{ns}	3630,1035**	1,1722 ^{ns}	0,2863 ^{ns}	0,3271**	352,3355**
CEai x Ca	4	0,2104 ^{ns}	0,1107 ^{ns}	10641**	9,1056**	1,1175**	0,4965**	2509,8831**
CEai x Re	1	0,1271 ^{ns}	0,3666 ^{ns}	2649,7780**	21,0323**	0,9933**	0,0763*	46,0528 ^{ns}
CEai x Re x Ca	4	0,3941*	0,0734 ^{ns}	7088,4146**	1,8204 ^{ns}	0,2114 ^{ns}	0,1746**	3294,4809**
Resíduo (b)	36	0,1122	0,1563	238,2534	1,0926	0,1291	0,0141	83,9148
CV (a)		23,61	7,84	5,40	10,72	15,27	2,00	7,58
CV (b)		17,63	6,08	9,49	10,10	10,32	13,65	8,90
Médias		1,9	6,5	162,7	10,4	3,48	0,87	0,26
		dS m ⁻¹		mg dm ⁻³	g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³	

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio					
		NaT	SB	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V	PST
Bloco	2	0,0046 ^{ns}	0,3066 ^{ns}	0,0193 ^{ns}	0,2596 ^{ns}	9,1831 ^{ns}	1,2328 ^{ns}
CEai	1	2,5906**	3,7344 ^{ns}	0,5320 ^{ns}	7,0856**	0,5417 ^{ns}	450,6953**
Resíduo (a)	2	0,0048	0,3043	0,1982	0,0168	48,4679	0,7898
Ca	4	0,1391**	1,4290**	0,2407**	0,8588**	90,4866**	39,2770**
Re	1	0,7609**	3,4360**	0,0350 ^{ns}	2,7770**	82,5848**	119,9994**
Re x Ca	4	0,2138**	1,3412**	0,5055**	3,1410**	23,4707*	38,3791**
CEai x Ca	4	0,0732**	0,0918 ^{ns}	0,8920**	0,7622**	105,1346**	17,2698**
CEai x Re	1	0,0033 ^{ns}	0,6329 ^{ns}	0,5320**	2,3255**	16,6184 ^{ns}	1,3525 ^{ns}
CEai x Re x Ca	4	0,0080*	0,7689**	0,2117**	0,6702**	52,8058**	2,4887*
Resíduo (b)	36	0,0026	0,1690	0,0357	0,1428	8,5393	0,7595
CV (a)		17,77	11,01	23,56	1,88	9,59	16,01
CV (b)		13,07	8,21	10,00	5,48	4,03	15,70
Médias		0,39	5,01	1,89	6,90	72,57	5,55
						cmolc dm ⁻³	%

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Capítulo II

**Água salina, proteção das covas e cálcio no solo sob os teores clorofila, fluorescência,
trocas gasosas do maracujazeiro**

RESUMO

Em plantas sensíveis à salinidade, como o maracujazeiro, a irrigação com água salina pode provocar distúrbios fisiológicos, por isso, há necessidade de práticas culturais que mitiguem o estresse salino. Nesse sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação, revestimento lateral das covas com filme de polietileno de alta resistência e doses de cálcio nos aspectos fisiológicos de maracujazeiro 'BRS Gigante amarelo'. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida no esquema 2 x (2 x 5), correspondendo a salinidade da água (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) como parcela principal, revestimento lateral das covas (sem e com) e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). Na floração avaliou-se os índices foliares de clorofila, a cinética da fluorescência e as trocas gasosas das plantas. O aumento nas doses de cálcio até 60 kg ha⁻¹ elevou os índices foliares de clorofila e a eficiência quântica das plantas. Os estômatos não limitaram as trocas gasosas, mas a salinidade reduziu a fotossíntese líquida. A irrigação do Neossolo Regolítico cultivado com maracujazeiro não deve ser realizada com água de 4,0 dS m⁻¹ e também não se indica o revestimento lateral das covas. A aplicação de cálcio recomendada, em Neossolo Regolítico com teor de 1,92 cmol_c dm⁻³, é de 60 kg ha⁻¹ para cultivo com maracujazeiro.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims., redução de perdas hídricas, fisiologia

ABSTRACT

In plants sensitive to salinity, such as passion fruit, irrigation with saline water can cause physiological disturbances, therefore, there is a need for cultural practices that mitigate saline stress. In this sense, objective was to evaluate the effects of water salinity, coating of the pits with high-strength polyethylene film and doses of calcium in the physiological aspects of passion fruit 'BRS Gigante Amarelo'. The treatments were arranged in split plot in the scheme 2 x (2 x 5), corresponding to water salinity (0.3 and 4.0 dS m⁻¹) as the main plot, side lining of pits (with and without) doses of calcium (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha⁻¹). During the flowering, leaf chlorophyll indexes were evaluated, the kinetics of fluorescence, gas exchange in plants. The increase in calcium doses up to 60 kg ha⁻¹ increased leaf chlorophyll index and quantum efficiency in the plant. The stomata not restricted gas exchange, but the salinity reduced net photosynthesis. Irrigation of the Entisol with passion fruit should not be performed with water of 4.0 dS m⁻¹ and the lateral coating of the pits. The application of calcium recommended in Entisol with an initial content of 1,92 cmol_c dm³ is 60 kg ha⁻¹ for cultivation with passion fruit plants.

Key words: *Passiflora edulis* Sims., reduction of water losses, physiology

2.1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.), fruteira tropical, encontra no território brasileiro condições edafoclimáticas adequadas para o cultivo. Segundo Faleiro e Junqueira (2016) o Brasil é o maior consumidor mundial de maracujá e juntamente com as condições favoráveis de solo e clima torna-se o maior produtor; atingindo 554.598.000 kg (IBGE, 2017). Dentre as regiões brasileiras, a maior produção é no Nordeste seguida do Sudeste, Sul, Norte e Centro-Oeste com as respectivas participações de 61, 15, 13, 8 e 3% em 2017 na produção nacional, porém, nessa região registra-se a menor produtividade (12.120 kg ha⁻¹) (IBGE, 2017).

Um dos principais fatores limitantes à agricultura em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, e áridas é a disponibilidade e a qualidade da água, visto que o excesso de sais na água de irrigação promove estresse, interfere negativamente na fisiologia, clorofila foliar, fluorescência e trocas gasosas, e conseqüentemente na produtividade (Freire et al., 2014; Nunes et al., 2017; Sá et al., 2018). O estresse, inclusive o salino, pode ser identificado por alterações na cinética quântica (Roháček, 2002; Baker, 2008) que limitam o fluxo de energia para assimilação de CO₂. A salinidade pode reduzir a fotossíntese líquida em decorrência do fechamento estomático (Freire et al., 2014) e/ou interferir nas reações bioquímicas nos cloroplastos (Sivakumar et al., 2000; Cruz et al., 2017). O maracujazeiro, considerado sensível à salinidade, não tolera condutividade do extrato de saturação do solo superior a 1,3 dS m⁻¹ (Ayers e Westcot, 1999) sem perdas no crescimento e produtividade.

Nas áreas áridas e semiáridas a redução das perdas hídricas do solo, através do revestimento lateral das covas com filme plástico, mantém o solo mais úmido e pode mitigar a ação danosa dos sais ao maracujazeiro irrigado com água salina (Cavalcante et al., 2005). Para os respectivos autores, essa prática provoca a diluição dos sais no ambiente radicular e conseqüentemente diminui o efeito do estresse osmótico e toxicidade às plantas, resultando no aumento da produtividade da cultura sob irrigação com água de elevada salinidade. A redução na disponibilidade de água também interfere nas funções fisiológicas, resultando em perdas no crescimento e na produção (Padilha et al., 2016).

A suplementação com cálcio também pode amenizar o estresse salino (Alla et al., 2014), pois, adicionalmente às funções na fertilidade do solo e nutricional às plantas, exerce importantes funções estruturais e metabólicas. O cálcio atua na estabilização da parede celular, é mensageiro secundário e regula as atividades enzimáticas (Epstein e Bloom, 2006; Eisenach e Angeli, 2017). Também interfere na absorção de outros ions (Epstein e Bloom, 2006; Ortega

e Malavolta, 2012; Garrone et al. 2016) pela interação de forma sinérgica com nitrogênio (Ortega e Malavolta, 2012; Cavalcante et al., 2014) e antagônica com o magnésio (Fageria et al., 2011; Salvador et al., 2011; Ortega e Malavolta, 2012).

Pelo exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a ação conjunta da redução das perdas hídricas do solo associada à aplicação de cálcio para mitigar os efeitos depressivos do aumento da salinidade da água de irrigação nos aspectos fisiológicos do maracujazeiro amarelo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida, entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil; microrregião do Curimataú ocidental e mesorregião do Agreste Paraibano (IDEME, 2013). O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (Alvares et al., 2013).

O Solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico (Santos et al., 2013) de textura areia franca. Amostras desse solo foram retiradas aleatoriamente da área nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do perfil e, utilizadas para caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos (Tabela 2.1) conforme metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 2.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba

----- Atributos do Neossolo Regolítico -----								
Fertilidade ¹	Camada (cm)		Salinidade ²	Camada (cm)		Física ³	Camada (cm)	
	0-20	20-40		0-20	20-40		0-20	20-40
pH em água	4,58	5,10	pHes	7,14	6,79	AG (g kg ⁻¹)	580	561
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,92	1,54	CEes (dS m ⁻¹)	0,82	0,37	AF (g kg ⁻¹)	262	235
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,48	0,43	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	7,5	3,00	Silte (g kg ⁻¹)	92	117
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,08	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,75	2,00	Arg. (g kg ⁻¹)	66	87
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,07	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,73	0,50	Ada (g kg ⁻¹)	13	13
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,53	2,12	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,97	4,04	GF (%)	80	851
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	1,80	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,99	0,59	Ds (kg dm ⁻³)	1,57	1,59
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	Dp (kg dm ⁻³)	2,64	2,66
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,83	3,92	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	Pt (m ³ m ⁻³)	0,41	0,40
V (%)	66,1	54,1	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	U (g kg ⁻¹):		
PST (%)	1,31	1,79	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	0,87	2,56	0,010MPa	57,71	66,03
P (mg dm ⁻³)	10,6	3,10	UPs (g kg ⁻¹)	18,11	19,21	0,033 MPa	43,11	52,71
MOS (g kg ⁻¹)	5,1	5,1						

¹pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na²⁺ (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO₄²⁻ (sulfato); CO₃²⁻ (carbonato); HCO₃²⁻ (bicarbonato); Cl⁻ (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na⁺/[0,5(Ca²⁺+Mg²⁺)]^{0,5};

³Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); Pt (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

2.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida, sob o esquema 2 x (2 x 5), correspondentes à condutividade elétrica da água de irrigação de (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) como parcela principal e as subparcelas à combinação do revestimento (sem e com) lateral das covas contra as perdas hídricas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas.

2.2.3 Condições Meteorológicas

As condições meteorológicas no sítio Macaquinhos, durante o cultivo do maracujazal cv. BRS Gigante Amarelo, consistiram no monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar, da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração de referência (ET_o) como podem ser observados na Figura 2.1. A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada hora por Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm[®]. A média diária da temperatura do ar foi calculada pela média das temperaturas extremas (Allen et al., 2006) e a umidade relativa média do ar através da média das leituras diárias. A precipitação pluviométrica foi quantificada por pluviômetro e a evapotranspiração de referência através da evaporação do tanque Classe “A” multiplicado pelo coeficiente do tanque (Allen et al., 2006), adotando-se o coeficiente de 0,75 durante o experimento.

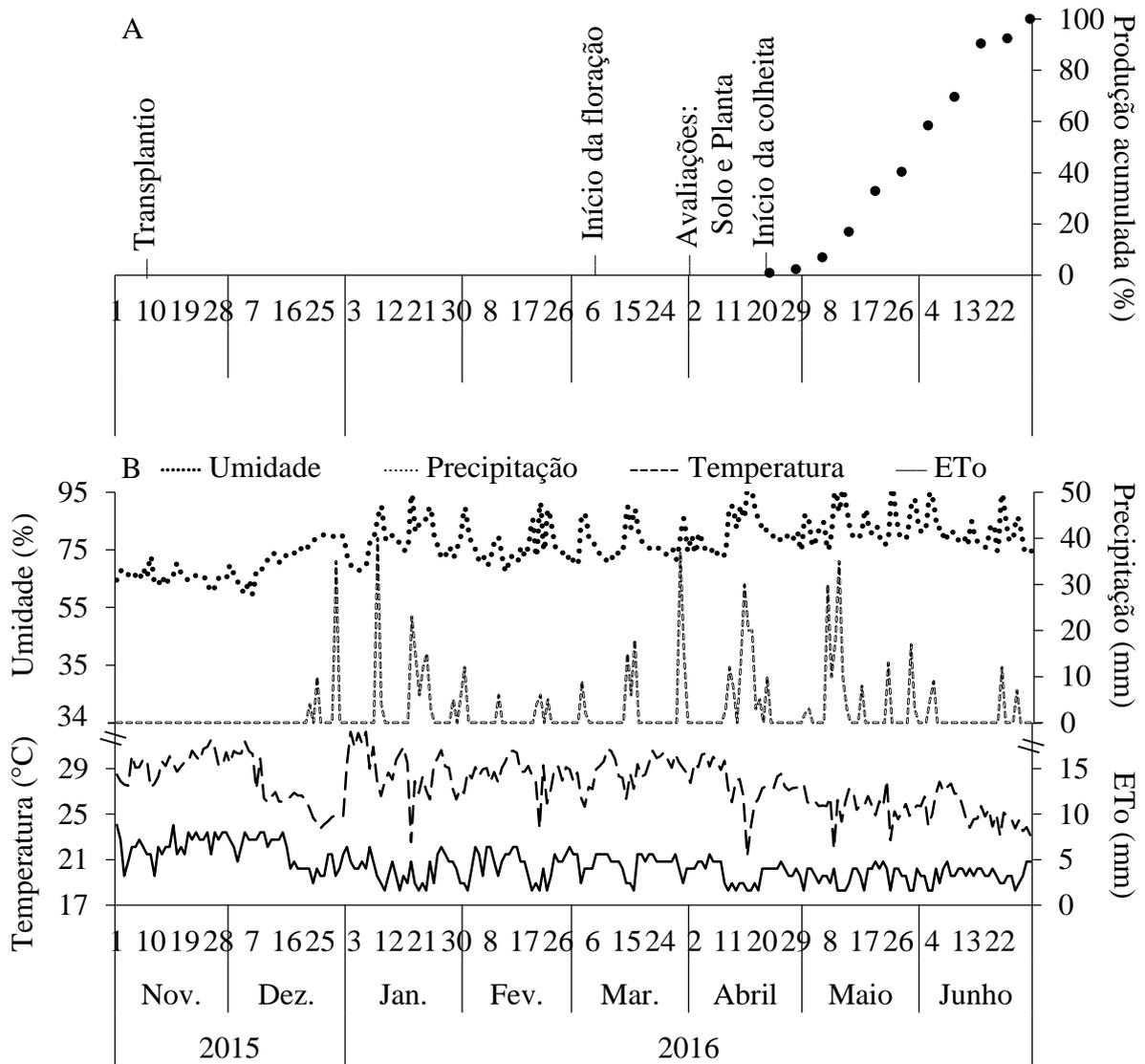


Figura 2.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ETo) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).

Durante o cultivo, 11/11/2015 a 01/07/2016, a temperatura média diária do ar variou de 21,4 a 32,3°C, com média de 27,6°C (Figura 2.1). A amplitude da umidade relativa média do ar foi de 59,7% a 99,2% e média de 77,0%. A precipitação pluviométrica acumulada foi de 622 mm, distribuída em 51 dias, com lâmina máxima em um dia de 40 mm. A evapotranspiração de referência diária mínima foi de 1,6 mm, com máxima de 8,8 mm e média de 4,4 mm.

2.2.4 Instalação e Manejo da Cultura

2.2.4.1 Preparo da área

O pomar com maracujazeiro cv. 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foi instalado na densidade de 1.666 plantas por hectare, no arranjo de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas na linha. Nos tratamentos com revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas, utilizou-se filme plástico de elevada resistência (320 μ). Essa proteção foi instalada na distância de 50 cm do centro da cova e na profundidade de 45 cm, visando reduzir perdas de água por infiltração lateral, e a área de instalação do filme plástico foi rebaixado em 2 cm. O transplântio das mudas ocorreu em 11 de novembro de 2015. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

2.2.4.2 Manejo da adubação

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010). As covas foram abertas com dimensões de 40 x 40 x 40 cm e preparadas a partir da mistura do material retirado das covas, 20 L de esterco curtido de gado bovino, 15 g de N, 18 g de K₂O, 12 g P₂O₅, 4 g de Zn, 2,7 g de Mg e 5,7 g de S. Na fase de crescimento foram fornecidos por planta 53 g de N, 65 de K₂O, 28 g de P₂O₅ em quatro aplicações mensais e uma aplicação com 18 g de sulfato de magnésio. Na fase de produção utilizaram-se 72 g de N, 120 g de K₂O em quatro aplicações mensais, e 60 g de P₂O₅ em duas parcelas juntamente com a primeira e a terceira adubação com nitrogênio e potássio e 18 g de sulfato de magnésio. As doses de cálcio foram divididas em cinco aplicações iguais, a primeira no preparo das covas e o restante aos 60, 90, 120 e 150 dias após o transplântio. Os fertilizantes utilizados foram ureia (45% de N), nitrato de cálcio (15,5% N e 19% Ca), cloreto de potássio (60% de K₂O), fosfato-monoamônico (11% N e 50% P₂O₅), sulfato de zinco (20% Zn e 9% S) e sulfato de magnésio (9% Mg e 13% S).

2.2.4.3 Irrigação

A irrigação foi baseada na evapotranspiração da cultura (ET_c), calculada pelo produto da evapotranspiração referência (ET_o), coeficiente de cultivo em cada fenofase (kc) e coeficiente de redução (kr) de área ($ET_c = ET_o \times kc \times kr$). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe "A", instalado próximo ao local do experimento, e o fator de correção do tanque de 0,75 (Allen et al., 2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,43 na fase vegetativa, 0,94 no florescimento e 1,04 na frutificação (Nogueira et al., 2014). O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (Steduto et al., 2012).

O fornecimento de água foi por gotejamento usando quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h⁻¹ trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (CEai - condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L⁻¹)^{0,5}) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto a água salina (CEai de 4,0 dS m⁻¹) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado na água não salina em caixas plásticas com capacidade para 3 m³. Nos tratamentos com água salina foi acrescido 10% à lâmina de irrigação para lixiviação de sais do ambiente radicular das plantas (Ayers e Westcot, 1999).

2.2.5 Variáveis Analisadas

No período de plena floração, primeira semana de abril de 2016, marcou-se a terceira folha em ramo central, contendo um botão floral, para as determinações das variáveis fisiológicas. Na parte distal, mediana e proximal à base do lóbulo dessas folhas mediu-se os índices foliares de clorofila 'a', clorofila 'b', relação clorofila 'b/a' e clorofila 'total', utilizando medidor portátil clorofiLOG da FalKer[®]. Nas mesmas folhas mediu-se, após adaptação ao escuro por 30' com presilhas, fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) da clorofila 'a', rendimento quântico de processos não fotoquímicos (Fo/Fm) e fotoquímicos (Fv/Fm) do fotossistema II e, relação entre rendimentos quânticos de produtos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (Fv/Fo) (Roháček, 2002), com fluorômetro modelo OS-30p da Opti-Sciences[®]. As trocas gasosas, condutância estomática (g_s, mol m⁻² s⁻¹), resistência estomática (r_s = 1/ g_s, m² s mol⁻¹), limitação estomática relativa (relação entre concentração interna e externa de gás carbônico), concentração interna de gás carbônico (c_i, μmol de CO₂ mol⁻¹ de ar), assimilação líquida de gás carbônico (A, μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E, mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), eficiência no uso da água (EUA = A/E), eficiência instantânea de carboxilação (EiC = A/Ci) e temperatura foliar (T, °C), foram determinadas com analisador de gás na fase infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD da BioScientific[®].

2.2.6 Análises Estatísticas

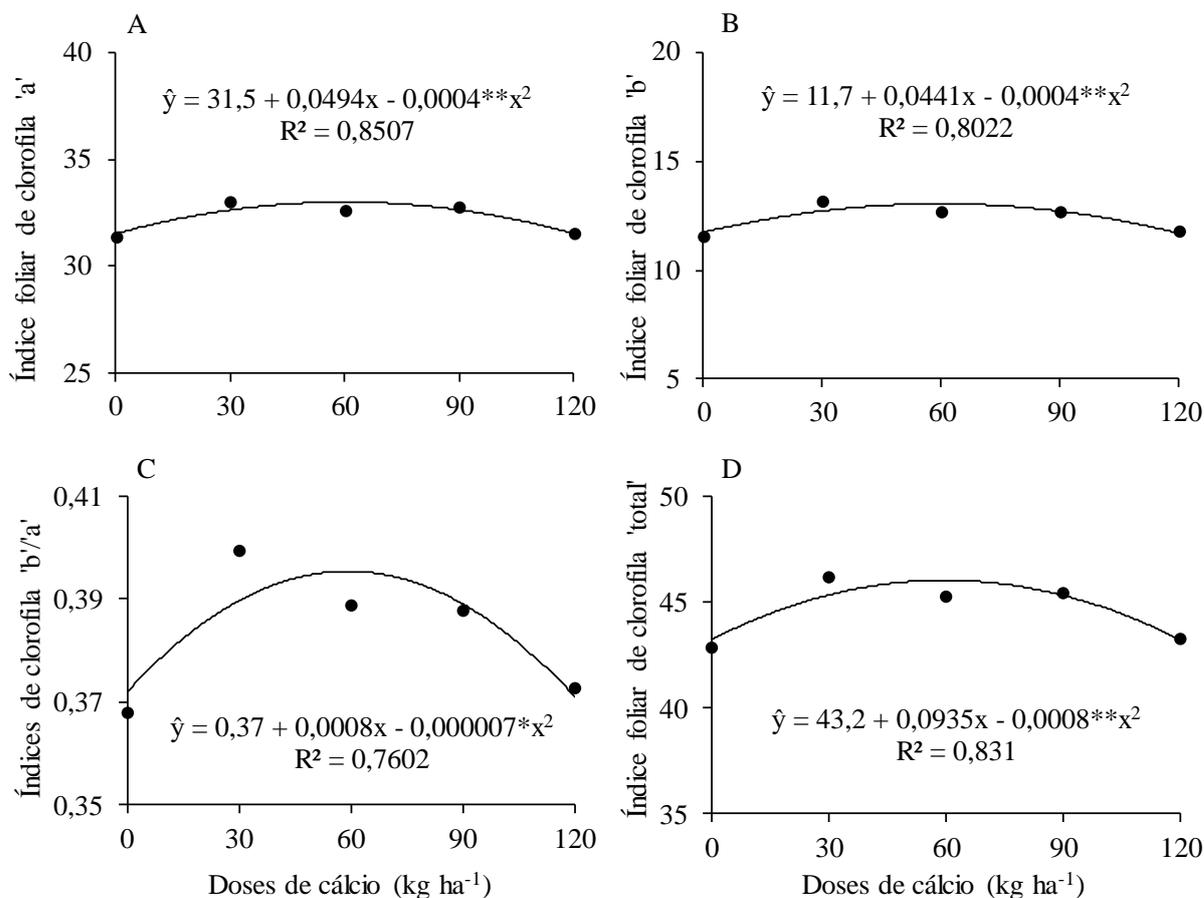
Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F (p ≤ 0,05), para avaliação dos efeitos dos fatores isoladamente e das interações. Os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção lateral das covas contra as perdas

hídricas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$), enquanto as doses de cálcio foram ajustadas por regressão polinomial, com o teste F ($p \leq 0,10$) para se verificar a significâncias dos modelos. As análises foram realizadas no software SAS[®] University Edition.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Índices Foliares de Clorofila

O cálcio, entre os fatores estudados, foi o único que teve efeito significativo nos índices foliares de clorofila 'a' ($F = 3,17$; $p = 0,0206$), clorofila 'b' ($F = 2,86$; $p = 0,0317$) e clorofila total ($F = 3,11$; $p = 0,0226$), enquanto na relação índices de clorofila 'b/a' o efeito foi não significativo ($F = 2,17$; $p = 0,0844$). Sendo que o aumento nas doses de cálcio, em média, até 60 kg ha^{-1} proporcionou os maiores índices de clorofila 'a' (Figura 2.2A), clorofila 'b' (Figura 2.2B), relação clorofila 'b/a' (Figura 2.2C) e clorofila 'total' (Figura 2.2D) com os respectivos valores máximos de 33,0; 12,9; 0,39 e; 45,9, representando incrementos de 4,5%, 10,3%, 5,4% e 6,3% em relação a ausência de aplicação de cálcio. Sendo que, em termos relativos, o aumento nas doses de cálcio interferiu com maior intensidade na síntese de clorofila 'b'.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

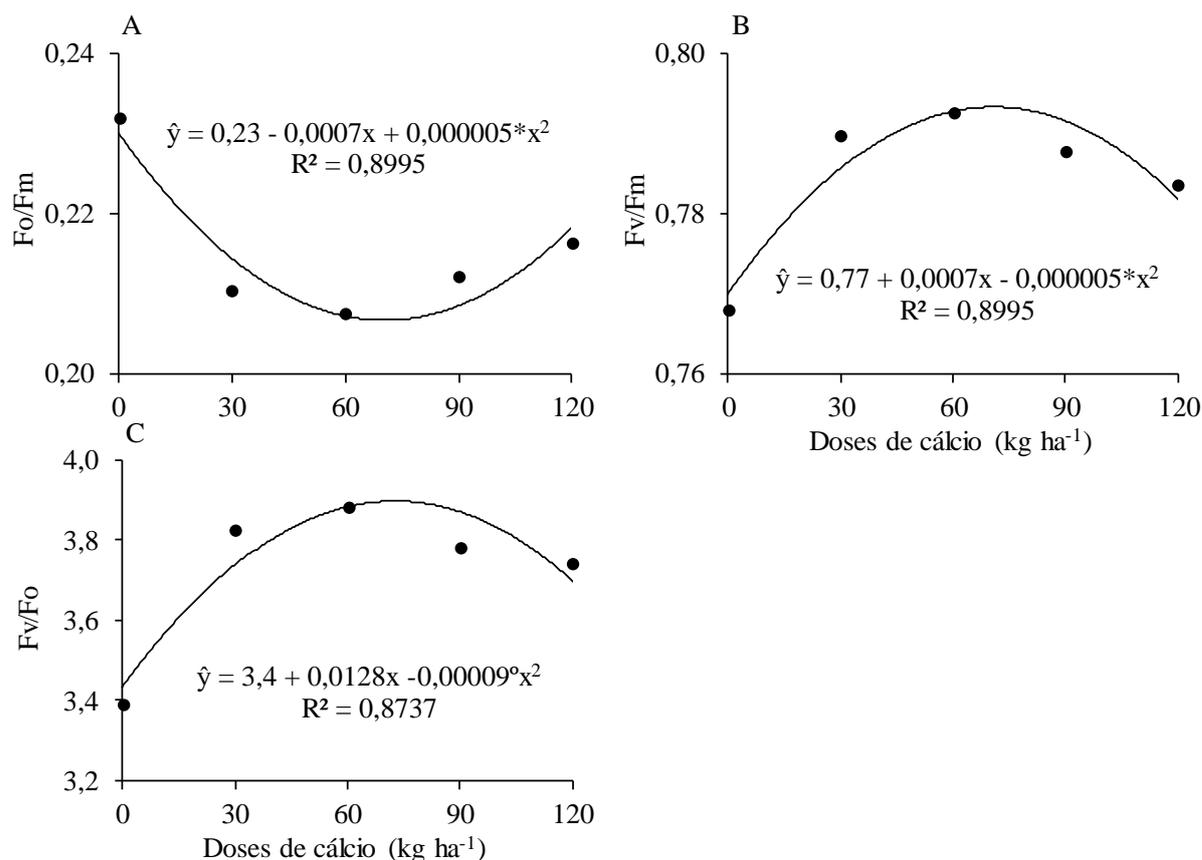
Figura 2.2 Índices foliares de clorofila 'a' (A), clorofila 'b' (B), relação índices de clorofila 'b/a' (C) e, clorofila 'total' (D), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio.

O cálcio, apesar de não participar das moléculas de clorofila (Blankenship, 2014), exerce função importante na absorção iônica das plantas (Epstein e Bloom, 2006; El Habbasha e Ibrahim, 2015). Conforme Ortega e Malavolta (2012), este macronutriente pode exercer efeito sinérgico com nitrogênio; e essa característica deve contribuir para o aumento na síntese de clorofila. Essa afirmativa está em acordo com Cavalcante et al. (2014) ao constatarem aumento no teor foliar de nitrogênio em maracujazeiro tratado com doses de cálcio. A redução na produção de clorofila, acima da dose de 60 kg ha⁻¹ de cálcio, observada neste trabalho, pode estar relacionada à competição com o magnésio (Salvador et al., 2011), pois pode ter efeito antagônico (Fageria et al., 2011; Garrone et al. 2016; Guo et al., 2016), sendo o magnésio um nutriente estrutural das moléculas das clorofilas 'a' e 'b' (Epstein e Bloom, 2006; Blankenship,

2014). Garrone et al. (2016), observaram em plantas de pinhão manso, que o aumento da concentração de cálcio na solução nutritiva reduziu o teor foliar de magnésio, enquanto Salvador et al. (2011) concluíram que a relação 3:1 entre cálcio e magnésio na solução do solo é adequada à cultura da soja.

2.3.2 Fluorescência da Clorofila

As fluorescências inicial (F_o), variável (F_v) e máxima (F_m) da clorofila 'a', o rendimento quântico de processos não fotoquímicos (F_o/F_m) e fotoquímicos (F_v/F_m) do fotossistema II e, a razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (F_v/F_o) não tiveram efeito dos fatores condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento da lateral das covas e cálcio, resultando nas respectivas médias de 78,5, 289,8, 368,3, 0,21, 0,79, e 3,7. Porém, o aumento até 70 kg ha⁻¹ de cálcio reduziu de 0,23 à 0,21 o rendimento quântico dos processos não fotoquímicos (Figura 2.3A) e aumentou de 0,77 para 0,79 dos processos fotoquímicos do fotossistema II (Figura 2.3B) e de 3,4 a 3,9 a razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos no fotossistema II (Figura 2.3C).



° e *: significativo a 10 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 2.3 Rendimento quântico de processos não fotoquímicos (A) e fotoquímicos (B) do fotossistema II e, a razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (C), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio.

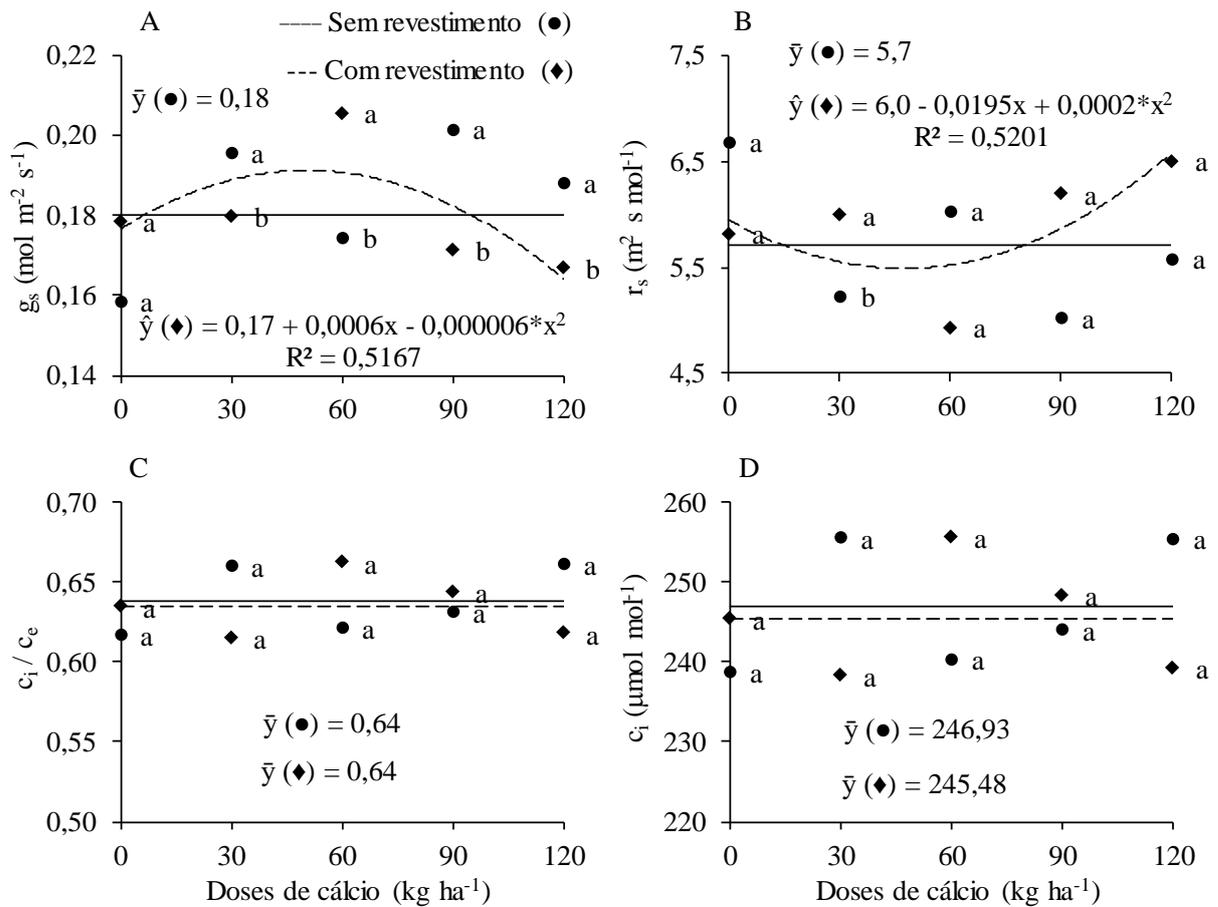
O aumento na fluorescência inicial (F_o), a redução na fluorescência máxima (F_m) da clorofila 'a' e, principalmente, a redução da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) são considerados indicativos de estresse (Baker, 2008). O rendimento quântico dos processos não fotoquímicos (F_o/F_m) e a proporção entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos (F_v/F_o) também são indicadores de situações de estresse (Roháček, 2002).

Segundo Roháček (2002) valores entre 0,14-0,20, para F_o/F_m , 0,80-0,86, da F_v/F_m , e 4-6, na F_v/F_o , podem ser utilizados para caracterizar a ausência de estresse em plantas. Dessa forma, o maracujazeiro do presente estudo estava sob estresse, sendo intensificado sob dose abaixo ou acima de 70 kg ha^{-1} de cálcio. Este macronutriente é essencial para a integridade da membrana plasmática (Epstein e Bloom, 2006) e, em excesso, reduz a absorção de magnésio (Garrone et al. 2016; Guo et al., 2016) constituinte estrutural das moléculas de clorofila (Epstein

e Bloom, 2006; Blankenship, 2014). Por isso, há a necessidade de manter uma relação adequada entre cálcio e magnésio (Salvador et al., 2011) para não alterar a síntese de clorofila que está relacionada com os processos fotoquímicos do maracujazeiro (clorofila total e eficiência quântica do fotossistema II, $\rho = 0,3858$; teste $t = 3,6934$, $p = 0,0004$).

2.3.3 Trocas Gasosas

Em relação as trocas gasosas observou-se que a interação entre revestimento lateral das covas e as doses de cálcio afetaram a condutância ($F = 3,95$; $p = 0,0070$) e a resistência estomática ($F = 3,89$; $p = 0,0076$), como também a limitação estomática relativa ($F = 2,90$; $p = 0,0304$) e a concentração interna de gás carbônico ($F = 2,85$; $p = 0,0326$). A condutância estomática, sob as doses de 30, 90 e 120 kg ha⁻¹ de cálcio, foi maior nas plantas cultivadas em covas sem revestimento lateral, porém nesta situação, não se estabeleceu nenhuma relação funcional entre doses de cálcio e condutância com média geral de 0,18 mol m⁻² s⁻¹ (Figura 2.4A). Enquanto, em covas revestidas lateralmente, a condutância estomática das plantas aumentou até 0,19 mol m⁻² s⁻¹ sob a dose 50 kg ha⁻¹ de cálcio, representando incremento de 12% entre as plantas sem aplicação deste macronutriente e sob a dose que proporcionou máxima condutância.



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose de cálcio, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Figura 2.4 Condutância (A) e resistência estomática (B), relação entre carbono interno e ambiental (C) e concentração interna de gás carbônico (D), em folhas de maracujazeiro amarelo BRS GA1, em covas sem (●) e com revestimento (◆) lateral, em função das doses de cálcio.

O comportamento da resistência estomática ocorreu, praticamente, de forma inversa à condutância. A resistência estomática foi menor nas plantas cultivadas em covas sem revestimento lateral, mas apenas sob 30 kg ha^{-1} de cálcio, e nesta situação, não se obteve uma relação funcional entre cálcio e resistência, com média de $5,7 \text{ m}^2 \text{ s mol}^{-1}$ (Figura 2.4B). Mas, nas covas protegidas contra as perdas de água por infiltração horizontal, o aumento na dose de cálcio de 0 a 49 kg ha^{-1} reduziu a resistência estomática foliar de 6,0 para $5,4 \text{ m}^2 \text{ s mol}^{-1}$.

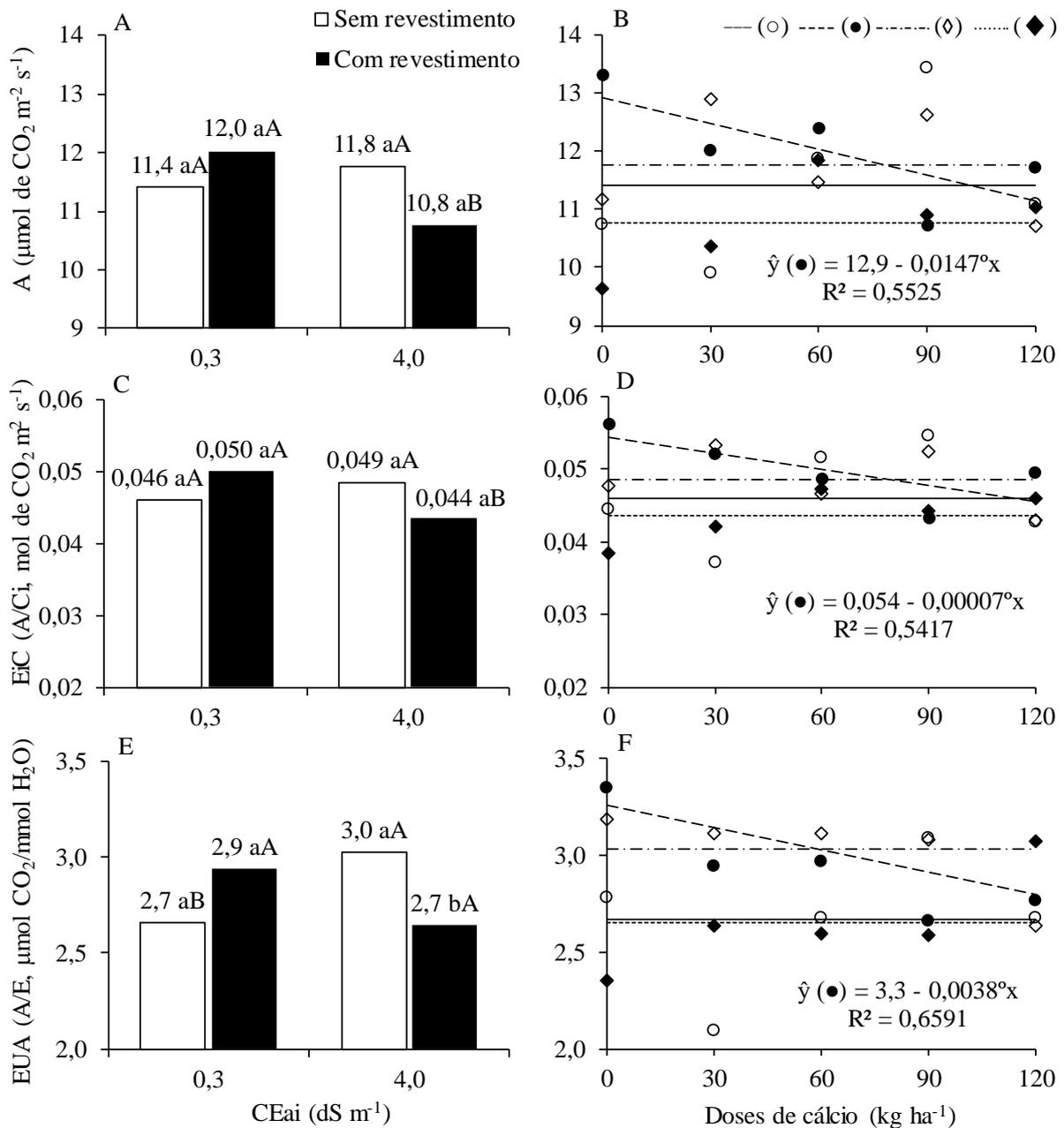
A menor abertura dos estômatos, caracterizada pela redução na condutância ou aumento da resistência estomática, do maracujazeiro nas covas com revestimento ocorreu devido, provavelmente, a capacidade do revestimento manter por maior tempo a umidade do solo elevada (Cavalcante et al, 2005). Padilha et al. (2016), trabalhando com regime hídrico em

pinhão manso, observaram maior condutância estomática no solo com 80% da capacidade de retenção de água e a redução ou aumento para 100% de retenção ocasionou diminuição na condutância. Porém, a conservação da umidade ocasionado pelo revestimento das covas (Cavalcante et al., 2005) pode ter aumentado a disponibilidade de cálcio proporcionando maior abertura estomática; visto que este macronutriente atua como mensageiro secundário (Epstein e Bloom, 2006; Reyes et al., 2013; Eisenach e Angeli, 2017). Furtado et al. (2012) observaram em melancieiras que o aumento nas doses de nitrato de cálcio refletiu em maior condutância estomática.

Para a limitação estomática relativa (Figura 2.4C) e para a concentração interna de gás carbônico (Figura 2.4D), independentemente da dose de cálcio, não observou-se diferença nas plantas cultivadas em covas sem e com revestimento lateral. Como também os ajustes dos dados às doses de cálcio foram não significativos. Em plantas C3, como o maracujazeiro amarelo, a relação entre concentração interna e externa de gás carbônico deve estar entre 0,6 e 0,8 (Berry e Bownton, 1982) e, quando esta relação diminui reflete no aumento da limitação estomática. No maracujazeiro do presente estudo esta relação foi de $0,65 \pm 0,05$ indicando que a fotossíntese não foi limitada pelos estômatos e que a concentração interna de gás carbônico ($246 \pm 19 \mu\text{mol mol}^{-1}$) estava acima do ponto de compensação ($50 \text{ a } 100 \mu\text{mol mol}^{-1}$) de plantas C3 (Taiz et al., 2017).

A transpiração e a temperatura foliar do maracujazeiro amarelo não foram afetadas por nenhum dos fatores estudados obtendo-se, em média, $4,20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $35,4^\circ\text{C}$, respectivamente. Enquanto que na assimilação líquida de gás carbono ($F = 5,23$; $p = 0,0261$), na eficiência instantânea de carboxilação ($F = 5,96$; $p = 0,0179$) e na eficiência no uso da água ($F = 8,24$; $p = 0,0058$) a interação entre salinidade da água e revestimento das covas contra infiltração horizontal foi significativa. Para a eficiência instantânea de carboxilação a interação entre salinidade da água, revestimento da cova e cálcio ($F = 2,89$; $p = 0,0305$) também foi significativa. A assimilação líquida de CO_2 e a eficiência instantânea de carboxilação do maracujazeiro não foram alteradas com uso do revestimento lateral das covas, mas nas covas com revestimento lateral, o aumento da salinidade da água de irrigação de $0,3$ para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ reduziu a fotossíntese líquida em 10% (Figura 2.5A) e a eficiência em assimilar CO_2 em 12% (Figura 2.5C). Também observou-se que a cada aumento de 10 kg ha^{-1} de cálcio, quando se irrigou com água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) as covas com revestimento, se reduziu a fotossíntese líquida (Figura 2.5B) e a eficiência de carboxilação (Figura 2.5D) em 1,2%. Nas demais

combinações não se estabeleceu relação funcional entre doses de cálcio e assimilação líquida de gás carbônico.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

° e *: significativo a 10 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 2.5 Assimilação líquida de gás carbônico (A e B), eficiência instantânea de carboxilação (C e D) e eficiência no uso da água (E e F), em folhas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água e das doses de cálcio nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A redução na fotossíntese líquida no maracujazeiro ocasionada pela salinidade da água também foi observada por Nunes et al. (2017), em plena floração, e por Freire et al. (2014), no final da fase produtiva. Porém, o ambiente radicular mais úmido, ocasionado pelo revestimento da cova (Cavalcante et al., 2005), intensificou a queda na assimilação de gás carbônico pois, nessa situação pode ocorrer maior absorção da solução do solo e conseqüentemente de sódio e cloreto (Ayers e Westcot, 1999). O aumento do sódio pode causar alterações fisiológicas e bioquímicas nas plantas. No presente caso, como não ocorreu efeito da salinidade sobre a cinética quântica da clorofila 'a' e nem limitação estomática, o efeito da salinidade no maracujazeiro esteve relacionado à assimilação do CO₂. Pois, a salinidade interfere negativamente nas reações bioquímicas que ocorrem no estroma dos cloroplastos (Cruz et al., 2017) como, por exemplo, aumentando a atividade da oxigenase enquanto reduz a atividade carboxilase da Rubisco (Sivakumar et al., 2000).

Na eficiência no uso da água, sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹, não se observou efeito do revestimento lateral das covas, mas quando se irrigou com água de 4,0 dS m⁻¹ as covas sem revestimento aumentaram em 11% essa eficiência (Figura 5E). Enquanto que o uso de revestimento, quando se irrigou com água salina (4,0 dS m⁻¹), reduziu em 10% a eficiência no uso da água pelas plantas. Observou-se também que o aumento na dose de cálcio em 10 kg ha⁻¹, quando o maracujazeiro foi irrigado com água não salina (0,3 dS m⁻¹) e cultivado em covas com revestimento, houve redução de 1,3% na eficiência do uso da água (Figura 5F).

Como o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a transpiração foliar do maracujazeiro foi não significativa, a redução na eficiência no uso da água (Figura 5C) está relacionado à diminuição da fotossíntese líquida (Figura 5A). Situação semelhante em maracujazeiro foi registrada por Freire et al. (2014) ao constatarem que o aumento da salinidade das águas de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ não interferiu na transpiração, mas reduziu a eficiência do uso de água. Por outro lado, o aumento nas doses de cálcio, pode ter elevado a solubilidade do macronutriente nas covas com revestimento, provocando um possível desbalanço na relação entre cálcio e magnésio.

2.4 CONCLUSÕES

A irrigação do Neossolo Regolítico cultivado com maracujazeiro deve ser realizada preferencialmente com água não salina, pois proporciona maior fotossíntese líquida;

O uso de revestimento lateral das covas, principalmente sob irrigação com água salina, não é indicado no cultivo do maracujazeiro;

A aplicação de cálcio recomendada, em Neossolo Regolítico com teor baixo deste macronutriente, é de 60 kg ha⁻¹.

2.5 REFERÊNCIAS

- Alla, M. M. N.; Abogadallah, G. M.; Badran, E. G.; Nada, R. M.; Hassan, N. M. Supplementary CaCl₂ ameliorates wheat tolerance to NaCl. **Acta Physiol Plant**, v. 36, n. 8, p. 2103-2112, 2014.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 56), 2006. 298p.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. de M., & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Baker, N. R. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 89-113, 2008.
- Berry, J. A.; Downton, W. J. S. Environmental regulation of photosynthesis. In Govindjee (Ed.), **Photosynthesis: Development, carbon metabolism, and plant productivity** (Vol. II). Cambridge: Academic Press, cap. 9, p. 263-343, 1982.
- Blankenship, R. E. **Molecular mechanisms of photosynthesis** (2nd ed.). Chichester: John Wiley & Sons, 2014. 296 p.
- Borges, A. L.; Souza, L. de S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141), 2010. 4p.
- Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G.; Andrade, R.; Sá, J. R.; Macêdo, J. P. S.; Gondim, S. C.; Cavalcante, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9(Suppl.), p. 314-317, 2005.
- 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. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n.1, p.69-80, 2014.
- Cruz, J. L.; Coelho Filho, M. A.; Coelho, E. F.; Santos, A. A. dos. Salinity reduces carbon assimilation and the harvest index of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, v. 39, v. 4, p.545-555, 2017.

- Eisenach, C.; Angeli, A. Ion transport at the vacuole during stomatal movements. **Plant Physiology**, v. 175, n. 1, p. 520-530, 2017.
- El Habbasha, S. F.; Ibrahim, F. M. Calcium: Physiological function, deficiency and absorption. **International Journal of ChemTech Research**, v. 8, n. 12, p. 196-202, 2015.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas (2nd ed.). Londrina: Editora Planta, 2006, p.
- Fageria, N. K.; Gheyi, H. R.; Moreira, A. Nutrient bioavailability in salt affected soils. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 7, p. 945-962, 2011.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- Freire, J. L. O.; Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Lima Neto, A. J. de. 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.
- Furtado, G. F.; Pereira, F. H., F.; Andrade, E. M. G.; Pereira Filho, R. R.; Silva, S. S. da. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melanciaira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, 33-40, 2012.
- Garrone, R. F.; Campos, A. G. de; Silveira, C. P.; Lavres Junior, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 22-31, 2016
- Guo, W.; Nazim, H.; Liang, Z.; Yang, D. Magnesium deficiency in plants: an urgent problem. **The Crop Journal**, v. 4, n. 2, p. 89-91, 2016.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em: 4 de nov. 2018.
- IDEME. **Anuário Estatístico** - Paraíba 2016. João Pessoa: Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual (IDEME), 2013. 3141p.
- Nogueira, E.; Gomes, E.R.; Sousa, V.F. de; Silva, L.R.A. de; Broetto, F. Coeficiente de cultivo e lâminas de irrigação do maracujazeiro amarelo nas condições semiáridas. **Anais do II INOVAGRI International Meeting**, 2014. p.474-484, 2014.
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Souza, J. T. A.; Almeida, D. J. de; Oresca, D.; Fernandes, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p.168-193, 2017.

- Ortega, A. E.; Malavolta, E. Los más recientes micronutrientes vegetales. **International Plant Nutrition Institute**, v. 7, p.16-25, 2012.
- Padilha, N. S.; Silva, C. J. da; Pereira, S. B.; Silva, J. A. N. da; Heid, D. M.; Bottega, S. P.; Scalon, S. de P. Q. Crescimento inicial do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em Latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 513-521, 2016.
- Reyes, A. J.; Álvarez-Herrera, J. G.; Fernández, J. P. Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 7, n.1, p. 111-122, 2013.
- Roháček, K. Chlorophyll fluorescence parameters: The definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, v. 40, n. 1, p. 13-29, 2002.
- Sá, J. M. de; Leitão, E. T. C.; Gomes, C. D. L.; Rodrigues, M. H. B. S.; Sousa, V. F. de O.; Santos, G. L. dos; Santos, A. da S. The initial growth of passion fruit plant irrigated with saline water and the application of biostimulants. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, p. 357-362, 2018.
- Salvador, J. T.; Carvalho, T. C.; Lucchesi, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- Sivakumar, P.; Sharmila, P.; Saradhi, P. P. Proline alleviates salt-stress-induced enhancement in Ribulose-1,5-bisphosphate oxygenase activity. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 279, n. 2, p. 512-515, 2000.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.

Anexo II

Tabela 2.2 Resumo das análises de variância referentes aos índices foliares de clorofila ‘a’ (ICL‘a’), clorofila ‘b’ (ICL‘b’), relação entre os índices de clorofila ‘b/a’, e clorofila ‘total’ (ICL‘t’), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv = Fm-Fo)) da clorofila ‘a’ e, eficiência quântica do fotossistema II (Fw = Fv/Fm), condutância estomática (gs), resistência estomática (Rs), concentração interna de gás carbônico (Ci), assimilação líquida de gás carbônico (A), transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC), em folhas de plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS GA1 na época de plena floração em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca)

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio							
		ICL‘a’	ICL‘b’	‘b/a’	ICL‘t’	Fo	Fm	Fv	Fw
Bloco	3	45,1935*	9,3462 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	92,0294*	227,6390**	2.438,3898 ^{ns}	3.412,8539 ^{ns}	0,0040 ^{ns}
CEai	1	12,1368 ^{ns}	12,6233 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	49,5154 ^{ns}	4,984 ^{ns}	1.059,4520 ^{ns}	1.209,7687 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Resíduo (a)	3	1,8297	1,3345	0,0042	6,0177	7,6748	1.570,9163	1.499,4095	0,0006
Ca	4	9,9995*	7,7329*	0,0023 ^{ns}	33,2539*	111,6270 ^{ns}	4.154,3133 ^{ns}	3.821,7012 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
Re	1	1,0990 ^{ns}	0,9728 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	4,1397 ^{ns}	229,0450 ^{ns}	153,5909 ^{ns}	7,5134 ^{ns}	0,0012 ^{ns}
Re x Ca	4	3,1292 ^{ns}	2,2009 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	10,4985 ^{ns}	28,9370 ^{ns}	481,0871 ^{ns}	319,4503 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
CEai x Ca	4	0,5858 ^{ns}	1,5227 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	3,1820 ^{ns}	39,8886 ^{ns}	777,5025 ^{ns}	726,2508 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
CEai x Re	1	1,7950 ^{ns}	6,5733 ^{ns}	0,0039 ^{ns}	15,2382 ^{ns}	25,5844 ^{ns}	1.542,0974 ^{ns}	1.964,9404 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
CEai x Re x Ca	4	0,3514 ^{ns}	0,0508 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,5292 ^{ns}	45,8182 ^{ns}	2.297,9871 ^{ns}	1.499,1095 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Resíduo (b)	54	2,8392	2,6994	0,0011	10,7043	63,8146	2.203,0555	1.944,1087	0,0008
CV (a)		4,19	9,32	17,05	5,50	3,53	10,76	13,36	3,14
CV (b)		5,22	13,25	8,73	7,34	10,17	12,75	15,22	3,63
Médias		32,3	12,4	0,38	44,6	78,53	368,25	289,72	0,79

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio						
		gs	Rs	Ci	A	E	EUA	EiC
Bloco	3	0,0174**	22,47692*	1.247,8786 ^{ns}	16,7380*	3,9162 ^{ns}	6,5551*	0,00003 ^{ns}
CEai	1	0,0025 ^{ns}	3,1080 ^{ns}	0,2834 ^{ns}	4,2514 ^{ns}	1,0692 ^{ns}	0,0245 ^{ns}	0,00008 ^{ns}
Resíduo (a)	3	0,0006	0,6383	136,9120	1,6862	0,5914	0,2382	0,00004
Ca	4	0,0011 ^{ns}	1,5780 ^{ns}	86,8988 ^{ns}	2,3587 ^{ns}	0,2502 ^{ns}	0,1080 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Re	1	0,0009 ^{ns}	1,5892 ^{ns}	42,3266 ^{ns}	0,7516 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0546 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
Re x Ca	4	0,0035**	5,4644**	844,3609*	5,4880 ^{ns}	0,7144 ^{ns}	0,3318 ^{ns}	0,00012 ^{ns}
CEai x Ca	4	0,0005 ^{ns}	0,6636 ^{ns}	99,0618 ^{ns}	2,6438 ^{ns}	0,1428 ^{ns}	0,2271 ^{ns}	0,00006 ^{ns}
CEai x Re	1	0,0001 ^{ns}	0,2726 ^{ns}	911,4107 ^{ns}	13,2524*	0,3366 ^{ns}	2,1430**	0,00040*
CEai x Re x Ca	4	0,0010 ^{ns}	0,8181 ^{ns}	492,1542 ^{ns}	6,4152 ^{ns}	0,2797 ^{ns}	0,5934 ^{ns}	0,00019*
Resíduo (b)	54	0,0009	1,4046	296,7368	2,5330	0,4482	0,2601	0,00007
CV (a)		13,10	13,63	4,75	11,30	18,31	17,31	12,51
CV (b)		16,61	20,22	7,00	13,85	16,94	18,09	17,33
Média		0,18	5,86	246,21	11,49	4,20	2,82	0,047

^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Capítulo III

Água salina, proteção das covas e cálcio nos teores foliares de macronutrientes e sódio do maracujazeiro

RESUMO

O diagnóstico nutricional das plantas pode ser utilizado para prever a produtividade das culturas, sendo que os fatores ambientes e de manejo podem interferir tanto na absorção como assimilação dos nutrientes minerais. Nesse sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação com água salina, revestimento lateral das covas e aplicação de cálcio nos teores foliares de macronutrientes e sódio em maracujazeiro cv. BRS Gigante Amarelo. O experimento foi realizado no município de Remígio-PB. Os tratamentos foram arranjados em parcela subdividida no esquema 2 x (2 x 5) correspondente a salinidade da água (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), parcela principal, combinados com covas sem e com proteção lateral das covas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), subparcelas. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas. Na época de plena floração foram coletadas folhas de um ramo central para determinações dos teores foliares de macronutrientes e sódio. Os dados foram submetidos a análise de variância e, os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção das covas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$) e os referentes as doses de cálcio ajustados por regressão pelo teste F ($p \leq 0,10$). Os fatores estudados interferiram nas concentrações foliares dos macronutrientes e do sódio no maracujazeiro amarelo. A irrigação do maracujazeiro amarelo com água salina (4,0 dS m⁻¹) reduziu os teores foliares de macronutrientes e elevou a concentração de sódio. O revestimento das covas cultivadas com maracujazeiro não é indicado por reduzir os teores de nutrientes. A adubação calcítica é recomendada para o maracujazeiro cultivado em Neossolo com baixo teor de cálcio, não ultrapassando 60 kg ha⁻¹ de cálcio por favorecer o aumento nas concentrações foliares de nitrogênio e cálcio, como também magnésio e enxofre sob irrigação com água salina. O cálcio pode ser utilizado como atenuante do estresse salino principalmente por reduzir a concentração foliar de sódio.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, adubação calcítica, nutrição de plantas.

ABSTRACT

The diagnosis of plant nutritional status can be used to predict crop yields, and environmental and management factors may interfere with both absorption and assimilation of mineral nutrients. In this sense, the work was carried out to evaluate the effects of irrigation with saline water, lateral lining of the caves and application of calcium in the macronutrient and sodium leaf content in yellow passion fruit cv. BRS Giant Yellow. The treatments were arranged in a split plot in esuqema 2 x (2 x 5) corresponding to salinity (0.3 and 4.0 dS m⁻¹), main plot, combined with pits without and with lateral protection of pits and calcium doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹), subplots. The treatments were distributed in four randomized blocks and the experimental unit was formed by four plants. At the time of full bloom leaves were collected a central branch to determinations of leaf macronutrient and sodium. Data were subjected to analysis of variance and the effects of electrical conductivity of irrigation water (salinity) and protection of the pits were compared by the F test ($p \leq 0.05$) and those related to calcium doses adjusted by regression by the F test ($p \leq 0.10$). The factors studied interfered the foliar concentrations of macronutrients and sodium in yellow passion fruit. Irrigation of yellow passion fruit with saline water (4.0 dS m⁻¹) reduced the macronutrient leaf content and increased sodium concentration. The coating of pits cultivated with passion fruit is not indicated because it reduces nutrient contents. The calcite is recommended for fertilization passionfruit grown in Entisol with a low calcium content, not exceeding 60 kg ha⁻¹ calcium to favor the increase in the concentrations of nitrogen and calcium as well as magnesium and sulfur under irrigation with saline water. Calcium can be used as an attenuator of saline stress mainly by reducing the foliar concentration of sodium.

Key-words: *Passiflora edulis* Sims., calcitic fertilization, nutrition of plants.

3.1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico nutricional das plantas pode ser utilizado para prever a produtividade das culturas. Sendo que fatores abióticos (edáficos e meteorológicos) e bióticos (pragas, doenças e competição intra e interespecífica) podem interferir tanto na absorção como assimilação dos nutrientes minerais. O manejo também interfere na nutrição das plantas, devendo-se para um adequado manejo da adubação ponderar os fatores fonte, doses, épocas e localização de aplicação (Bruulsema et al., 2009; Casarin e Stipp, 2013) necessitando-se assim, conhecer a demanda dos nutrientes pelas culturas. Para cultura do maracujazeiro amarelo a concentração foliar dos macronutrientes segue a seguinte ordem $N > K > Ca > S > P > Mg$ (Carvalho et al., 2001, 2002, 2011).

A cultura do maracujazeiro amarelo é cultivada em 27.868 hectares no Nordeste brasileiro, representando aproximadamente 4% das frutas produzidas nesta região, e 2,6% da área cultivada no território nacional (IBGE, 2017). A região Nordeste é a maior produtora de maracujá (61%), seguida pelas regiões Sudeste (15%), Sul (13%), Norte (8%) e Centro-Oeste (3%), com a produção no Nordeste de 337.881 toneladas. Porém, nesta região a produtividade da cultura é baixa (12,1 t ha⁻¹), menor que a média nacional de 13,5 t ha⁻¹, sendo a maior produtividade encontrada na região Sul, 19,8 t ha⁻¹ (IBGE, 2017); ainda aquém do rendimento potencial da cultura que pode ultrapassar 50 t ha⁻¹ (Faleiro e Junqueira, 2016).

A irregularidade das chuvas associada, em muitos casos, a baixa qualidade das águas por causa principalmente do excesso de sais, é um dos principais entraves à agricultura irrigada em áreas áridas e semiáridas. O maracujazeiro amarelo pode ser irrigado com água de até 2,3 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, mantendo 90% do potencial produtivo (Holanda et al., 2016). Sendo que a tolerância à salinidade está atrelada a cultivar, as condições edafoclimáticas e de manejo. O excesso de sais na água de irrigação pode reduzir a absorção de nutrientes minerais (Morais et al., 2007; Lucena et al., 2012; Freire et al., 2013; Souza et al., 2018). Por exemplo, o aumento do cloreto de sódio na água pode reduzir a absorção de nitrogênio (NO₃⁻) e fósforo (H₂PO₄⁻) por competição com o cloro (Cl⁻) (Bar et al., 1997; Bünemann et al., 2011) como também de potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) por antagonismo com o sódio (Freire et al., 2013; Souza et al., 2018).

Um dos manejos utilizados para reduzir o sódio trocável é a aplicação de cálcio no solo (Leite et al., 2010; Tavares Filho et al., 2012). Sendo que o fornecimento de cálcio às plantas interfere no estado nutricional das plantas, fornecido tanto no solo (Silva Júnior et al., 2013)

como em pulverizações foliares (Cavalcante et al., 2014, 2015). O cálcio é um dos nutrientes que permanecem na forma iônica, sendo requerido como cofator por algumas enzimas envolvidas na hidrólise de ATP e de fosfolipídeos, atuando como mensageiro secundário na regulação metabólica e, constituinte da lamela média das paredes celulares (Taiz et al., 2017).

O revestimento lateral das covas também vem sendo utilizado com o intuito de reduzir as perdas de água (Cavalcante et al., 2005a, b; Lima Neto et al., 2013). Porém, em condições de épocas chuvosas pode também impedir a movimentação da água no solo de regiões de maior potencial hídrico para próxima do sistema radicular. Cavalcante et al. (2005a) observaram que o aumento nas faces de revestimento proporcionou maior umidade e menor salinidade do solo, resultando em maior produtividade. Enquanto, para Cavalcante et al. (2005b) a produção do maracujazeiro amarelo não foi alterada nos cultivos em covas sem e com revestimento, sendo reduzida no plantio em bolsas de polietileno com 40 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade.

Pelo exposto, o objetivo com o trabalho foi avaliar a ação conjunta do revestimento lateral das covas associada à aplicação de cálcio para mitigar os efeitos depressivos do aumento da salinidade da água nos teores foliares de macronutrientes e sódio do maracujazeiro cv. BRS Gigante Amarelo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida, entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil; microrregião do Curimataú ocidental e mesorregião do Agreste Paraibano (IDEME, 2013). O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (Alvares et al., 2013).

O Solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico (Santos et al., 2013) de textura areia franca. Amostras desse solo foram retiradas aleatoriamente da área nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do perfil e, utilizadas para caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos (Tabela 3.1) conforme metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 3.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) cv. Gigante Amarelo, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba

----- Atributos do Neossolo Regolítico -----								
Fertilidade ¹	Camada (cm)		Salinidade ²	Camada (cm)		Física ³	Camada (cm)	
	0-20	20-40		0-20	20-40		0-20	20-40
pH em água	4,58	5,10	pHes	7,14	6,79	AG (g kg ⁻¹)	580	561
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,92	1,54	CEes (dS m ⁻¹)	0,82	0,37	AF (g kg ⁻¹)	262	235
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,48	0,43	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	7,5	3,00	Silte (g kg ⁻¹)	92	117
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,08	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,75	2,00	Arg. (g kg ⁻¹)	66	87
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,07	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,73	0,50	Ada (g kg ⁻¹)	13	13
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,53	2,12	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,97	4,04	GF (%)	80	851
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	1,80	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,99	0,59	Ds (kg dm ⁻³)	1,57	1,59
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	Dp (kg dm ⁻³)	2,64	2,66
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,83	3,92	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	Pt (m ³ m ⁻³)	0,41	0,40
V (%)	66,1	54,1	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	U (g kg ⁻¹):		
PST (%)	1,31	1,79	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	0,87	2,56	0,010MPa	57,71	66,03
P (mg dm ⁻³)	10,6	3,10	UPs (g kg ⁻¹)	18,11	19,21	0,033 MPa	43,11	52,71
MOS (g kg ⁻¹)	5,1	5,1						

¹pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na²⁺ (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO₄²⁻ (sulfato); CO₃²⁻ (carbonato); HCO₃²⁻ (bicarbonato); Cl⁻ (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na⁺/[0,5(Ca²⁺+Mg²⁺)]^{0,5};

³Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); Pt (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

3.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida, sob o esquema 2 x (2 x 5), correspondentes à condutividade elétrica da água de irrigação de (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) como parcela principal e as subparcelas à combinação do revestimento (sem e com) lateral das covas contra as perdas hídricas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas.

3.2.3 Condições Meteorológicas

As condições meteorológicas no sítio Macaquinhos, durante o cultivo do maracujazal cv. BRS Gigante Amarelo, consistiram no monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar, da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração de referência (ET_o) como podem ser observados na Figura 3.1. A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada hora por Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm[®]. A média diária da temperatura do ar foi calculada pela média das temperaturas extremas (Allen et al., 2006) e a umidade relativa média do ar através da média das leituras diárias. A precipitação pluviométrica foi quantificada por pluviômetro e a evapotranspiração de referência através da evaporação do tanque Classe “A” multiplicado pelo coeficiente do tanque (Allen et al., 2006), adotando-se o coeficiente de 0,75 durante o experimento.

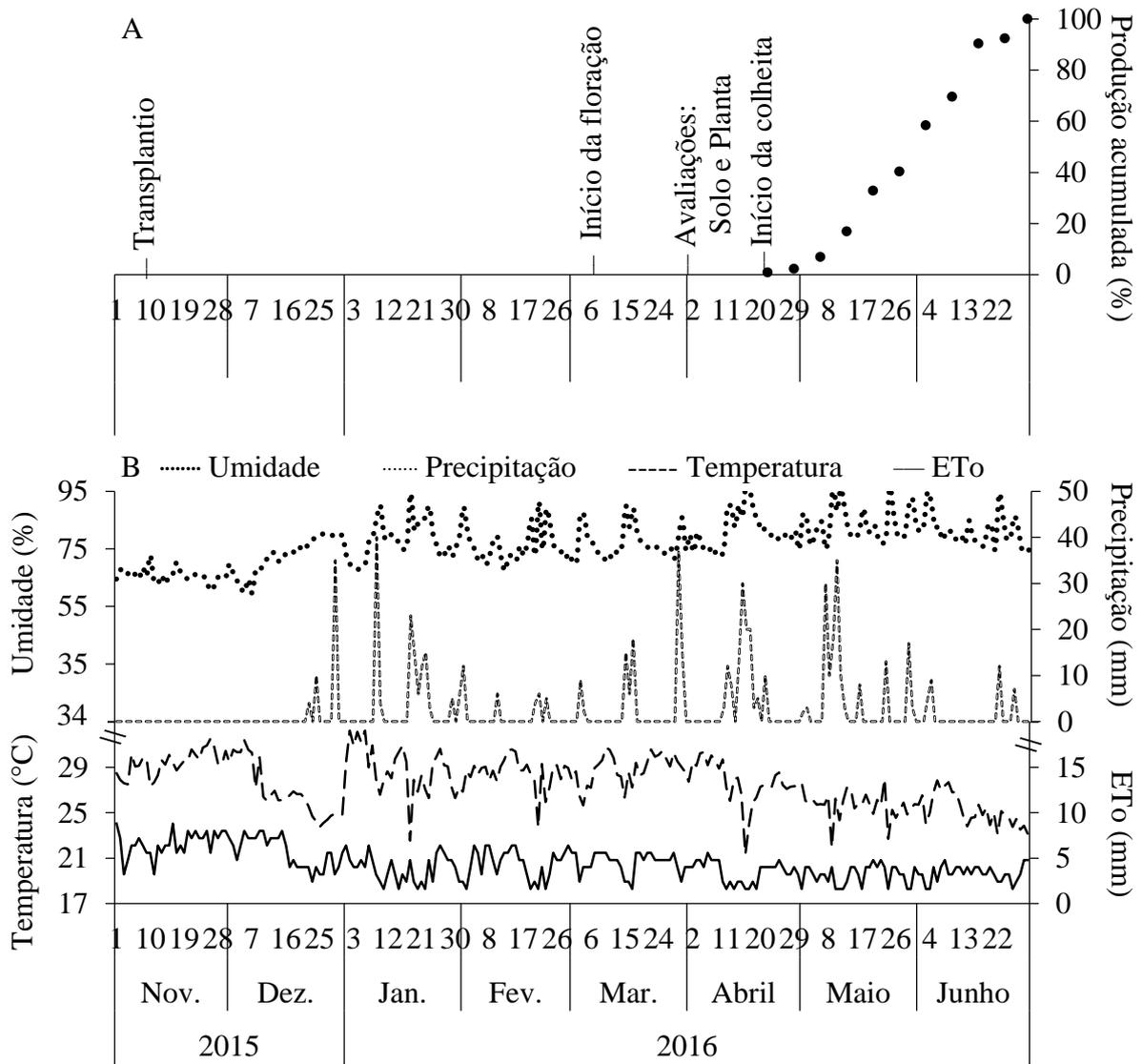


Figura 3.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ETo) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).

Durante o cultivo, 11/11/2015 a 01/07/2016, a temperatura média diária do ar variou de 21,4 a 32,3°C, com média de 27,6°C (Figura 3.1). A amplitude da umidade relativa média do ar foi de 59,7% a 99,2% e média de 77,0%. A precipitação pluviométrica acumulada foi de 622 mm, distribuída em 51 dias, com lâmina máxima em um dia de 40 mm. A evapotranspiração de referência diária mínima foi de 1,6 mm, com máxima de 8,8 mm e média de 4,4 mm.

3.2.4 Instalação e Manejo da Cultura

3.2.4.1 Preparo da área

O pomar com maracujazeiro cv. 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foi instalado na densidade de 1.666 plantas por hectare, no arranjo de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas na linha. Nos tratamentos com revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas, utilizou-se filme plástico de elevada resistência (320 μ). Essa proteção foi instalada na distância de 50 cm do centro da cova e na profundidade de 45 cm, visando reduzir perdas de água por infiltração lateral, e a área de instalação do filme plástico foi rebaixado em 2 cm. O transplântio das mudas ocorreu em 11 de novembro de 2015. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

3.2.4.2 Manejo da adubação

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010). As covas foram abertas com dimensões de 40 x 40 x 40 cm e preparadas a partir da mistura do material retirado das covas, 20 L de esterco curtido de gado bovino, 15 g de N, 18 g de K₂O, 12 g P₂O₅, 4 g de Zn, 2,7 g de Mg e 5,7 g de S. Na fase de crescimento foram fornecidos por planta 53 g de N, 65 de K₂O, 28 g de P₂O₅ em quatro aplicações mensais e uma aplicação com 18 g de sulfato de magnésio. Na fase de produção utilizaram-se 72 g de N, 120 g de K₂O em quatro aplicações mensais, e 60 g de P₂O₅ em duas parcelas juntamente com a primeira e a terceira adubação com nitrogênio e potássio e 18 g de sulfato de magnésio. As doses de cálcio foram divididas em cinco aplicações iguais, a primeira no preparo das covas e o restante aos 60, 90, 120 e 150 dias após o transplântio. Os fertilizantes utilizados foram ureia (45% de N), nitrato de cálcio (15,5% N e 19% Ca), cloreto de potássio (60% de K₂O), fosfato-monoamônico (11% N e 50% P₂O₅), sulfato de zinco (20% Zn e 9% S) e sulfato de magnésio (9% Mg e 13% S).

3.2.4.3 Irrigação

A irrigação foi baseada na evapotranspiração da cultura (ET_c), calculada pelo produto da evapotranspiração referência (ET_o), coeficiente de cultivo em cada fenofase (kc) e coeficiente de redução (kr) de área (ET_c = ET_o x kc x kr). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe "A", instalado próximo ao local do experimento, e o fator de correção do tanque de 0,75 (Allen et al., 2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,43 na fase vegetativa, 0,94 no florescimento e 1,04 na frutificação (Nogueira et al., 2014). O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (Steduto et al., 2012).

O fornecimento de água foi por gotejamento usando quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h⁻¹ trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (CEai - condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L⁻¹)^{0,5}) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto a água salina (CEai de 4,0 dS m⁻¹) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado na água não salina em caixas plásticas com capacidade para 3 m³. Nos tratamentos com água salina foi acrescido 10% à lâmina de irrigação para lixiviação de sais do ambiente radicular das plantas (Ayers e Westcot, 1999).

3.2.5 Variáveis Analisadas

A avaliação da concentração foliar de macronutrientes e sódio foi realizada no estágio fenológico de plena floração do maracujazeiro, aos 142 dias após o transplante das mudas, primeira semana de abril de 2016. Foram retiradas a terceira ou quarta folha a partir do ápice do ramo, que continham um botão floral nas suas axilas, de um ramo central de cada planta. Essas folhas foram secas em estufa de circulação de ar mantidas a 65°C. Foram determinadas as concentrações dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e do sódio conforme Tedesco et al. (1995).

Os valores de referência para o diagnóstico dos macronutrientes e sódio em folhas de maracujazeiro amarelo (Tabela 3.2) foram compilados dos trabalhos de Carvalho et al. (2001, 2002, 2011).

Tabela 3.2 Valores médio \pm desvio padrão de macronutrientes e sódio em folhas de maracujazeiro amarelo em plena floração

Elemento	Carvalho et al. (2001)	Carvalho et al. (2002)	Carvalho et al. (2011)
N (g kg ⁻¹)	45,1 \pm 5,1	49,7 \pm 5,8	45,7 \pm 4,5
P (g kg ⁻¹)	2,85 \pm 0,32	3,16 \pm 0,39	2,79 \pm 0,11
K (g kg ⁻¹)	28,1 \pm 2,7	27,7 \pm 5,2	26,9 \pm 3,17
Ca (g kg ⁻¹)	12,7 \pm 1,5	10,1 \pm 2,5	10,2 \pm 1,02
Mg (g kg ⁻¹)	2,82 \pm 0,48	2,95 \pm 0,64	2,76 \pm 0,23
S (g kg ⁻¹)	3,56 \pm 0,38	3,64 \pm 0,50	4,00 \pm 0,21
Na (g kg ⁻¹)	1,46 \pm 0,47	2,14 \pm 0,92	-

Teores determinados nos tratamentos mais produtivos.

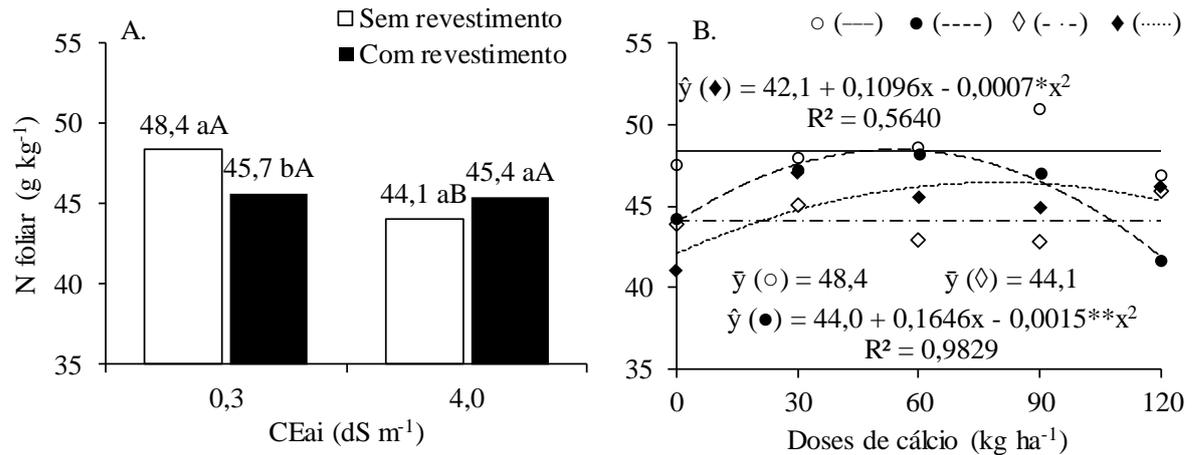
3.2.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para avaliação dos efeitos dos fatores isoladamente e das interações. Os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção lateral das covas contra as perdas hídricas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$), enquanto as doses de cálcio foram ajustadas por regressão polinomial, com o teste F ($p \leq 0,10$) para se verificar a significâncias dos modelos. As análises foram realizadas no software SAS[®] University Edition.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Nitrogênio Foliar

O teor foliar de nitrogênio no maracujazeiro foi influenciado pelas interações entre salinidade da água e revestimento ($F = 14,15$; $p = 0,0004$), salinidade da água e cálcio ($F = 5,70$; $p = 0,007$) e, cálcio com revestimento ($F = 3,28$; $p = 0,0177$). O maior teor foliar de nitrogênio ($48,4 \text{ g kg}^{-1}$) foi observado no maracujazeiro cultivado em covas sem revestimento e irrigado com água não salina (Figura 3.2A). Com este tipo de água o revestimento diminuiu a concentração de nitrogênio foliar em 6%, enquanto a irrigação com água salina reduziu o nitrogênio, em média, para $44,8 \text{ g kg}^{-1}$, perda de 7%. A relação funcional entre doses de cálcio e teor foliar de nitrogênio foi observada apenas no maracujazeiro em covas com revestimento (Figura 3.2B). Irrigando as covas revestidas lateralmente com água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) o nitrogênio foliar aumentou de $44,0$ para $48,5$ e reduziu à $42,2 \text{ g kg}^{-1}$, sem adubação calcítica e sob as doses de 55 e 120 kg ha^{-1} de cálcio, respectivamente. Já com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), em covas com proteção lateral, o menor teor foliar de nitrogênio ($42,1 \text{ g kg}^{-1}$) foi obtido sem aplicação de cálcio, enquanto a maior concentração ($46,4 \text{ g kg}^{-1}$) foi observada sob a dose de 78 kg ha^{-1} de cálcio.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 3.2 Teores foliares de nitrogênio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

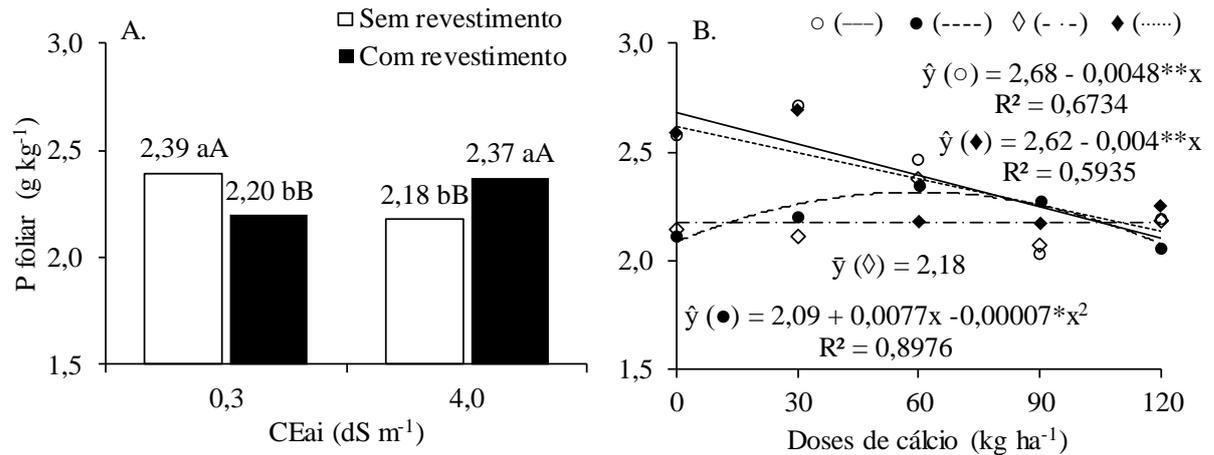
As variações observadas nos teores foliares de nitrogênio não proporcionaram deficiência deste macronutriente no maracujazeiro, considerado adequado entre 41,2 a 50,2 g kg⁻¹ (Carvalho et al., 2011). Porém, a irrigação com água salina reduziu os teores foliares de nitrogênio corroborando as respostas encontradas por Morais et al. (2007), em cajueiro, Lucena et al. (2012), em mangueiras, e Freire et al. (2013), em maracujazeiro. Em contrapartida Souza et al. (2018) observaram maior teor foliar de nitrogênio em maracujazeiro irrigado com água salina. A redução na concentração foliar de nitrogênio, em ambiente salino, pode estar relacionada ao menor fluxo de seiva e NO₃⁻ no xilema e a redução na atividade da enzima nitrato redutase, ocasionando redução na absorção líquida de nitrato (Aragão et al., 2010). A competição antagônica entre a absorção de nitrato e cloreto também interfere no conteúdo foliar de nitrogênio (Bar et al., 1997), além do maior gasto energético na assimilação de nitrato em relação ao amônio (Marschaner, 2012) pode reduzir a taxa de assimilação deste macronutriente em condições de estresse.

O aumento do nitrogênio foliar associado a adubação calcítica, fornecida via nitrato de cálcio, está relacionado tanto ao aumento na disponibilidade de nitrato, principal forma de absorção de nitrogênio pelas plantas (Marschaner, 2012), como pela diminuição na absorção de cloreto pela competição antagônica com nitrato (Bar et al., 1997). Porém, Cavalcante et al.

(2014, 2015) observaram que a aplicação foliar de nitrato e cloreto de cálcio estimularam a concentração foliar de nitrogênio em maracujazeiro. O efeito do aumento do teor de nitrogênio foliar também está relacionado a maior atividade da nitrato redutase e da anidrase carbônica (Naeem et al., 2009).

3.3.2 Fósforo Foliar

A concentração de fósforo foliar no maracujazeiro foi influenciada pela interação entre salinidade da água, revestimento e cálcio ($F = 9,99$; $p < 0,0001$). O teor foliar de fósforo quando se irrigou as covas sem revestimento com água não salina foi de $2,39 \text{ g kg}^{-1}$, reduzindo para $2,20 \text{ g kg}^{-1}$ (-8%) apenas ao se revestir as covas e à $2,18 \text{ g kg}^{-1}$ (-9%) quando se elevou a condutividade elétrica da água de irrigação para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ em covas sem proteção (Figura 3.3A). Porém, o teor foliar de fósforo ($2,37 \text{ g kg}^{-1}$) no maracujazeiro também foi alto quando se irrigou as covas revestidas lateralmente com água salina, observando reduções deste fósforo ao não se utilizar revestimento (-9%) ou quando se irrigou com água não salina (-8%). O aumento nas doses de cálcio também modificou o fósforo foliar (Figura 3.3B). Sob irrigação das covas sem revestimento com água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) como também com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) em covas com proteção lateral, a concentração foliar de fósforo reduziu em 48 e 40 mg kg^{-1} (-2%) a cada dose de 10 kg ha^{-1} de cálcio, respectivamente. A redução no teor foliar de fósforo no maracujazeiro ocasionada pelo revestimento nas covas irrigadas com água não salina foi em parte revertida pela aplicação de cálcio, observando aumento na concentração foliar de fósforo até a dose de 55 kg ha^{-1} de cálcio obtendo-se $2,30 \text{ g kg}^{-1}$.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

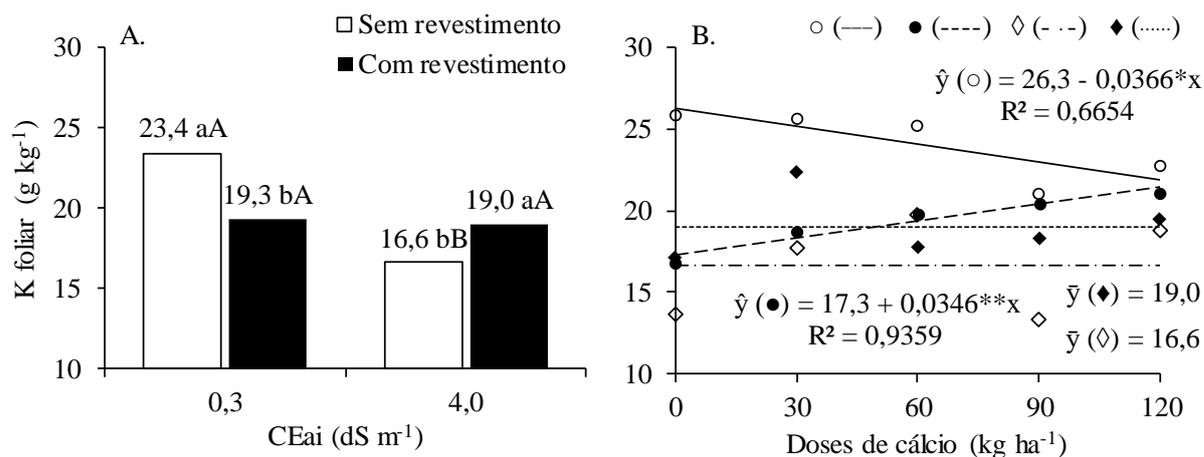
Figura 3.3 Teores foliares de fósforo em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A plantas de maracujazeiro, na época de plena floração, estavam abaixo da faixa adequada de fósforo foliar de 2,68 a 2,90 g kg⁻¹ (Carvalho et al., 2011), ou seja, estavam deficientes neste macronutriente mineral. O aumento do cloreto na água salina (Bar et al., 1997; Lucena et al., 2012) como do nitrato associado ao cálcio podem ter efeito antagônico com a absorção de fósforo; predominante disponível como ortofosfato, H₂PO₄⁻ (Bünemann et al., 2011). Pois, por serem ânions podem competir por sítios comuns de absorção. A aplicação foliar de cálcio via cloreto e nitrato também reduz a concentração de fósforo nas folhas de maracujazeiro (Cavalcante et al., 2014, 2015).

3.3.3 Potássio Foliar

O potássio nas folhas do maracujazeiro foi influenciado pela interação entre salinidade da água, revestimento e cálcio ($F = 4,25$; $p = 0,0046$). O maior teor foliar de potássio (23,4 g kg⁻¹) foi encontrado nas plantas cultivadas em covas sem revestimento e irrigadas com água não salina (Figura 3.4A). Observou-se também que a concentração de potássio foliar foi reduzida em 4,1 g kg⁻¹ (18%) ao se revestir as covas irrigadas com água não salina e, em 6,8 g kg⁻¹ (29%) ao irrigar as covas sem proteção lateral com água salina. Porém, sob aplicação de

água salina (4,0 dS m⁻¹) o revestimento das covas proporcionou maior potássio foliar, passando de 16,6 a 19,0 g kg⁻¹ nos cultivos em covas sem e com proteção, respectivamente. A relação funcional entre doses de cálcio no solo e teor foliar de potássio foi estabelecida apenas sob irrigação com água não salina (Figura 3.4B). O potássio foliar no maracujazeiro decresceu em 0,4 g kg⁻¹, em covas sem revestimento, e aumentou em 0,3 g kg⁻¹, quando as covas foram revestidas, a cada aplicação de 10 kg ha⁻¹ de cálcio.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

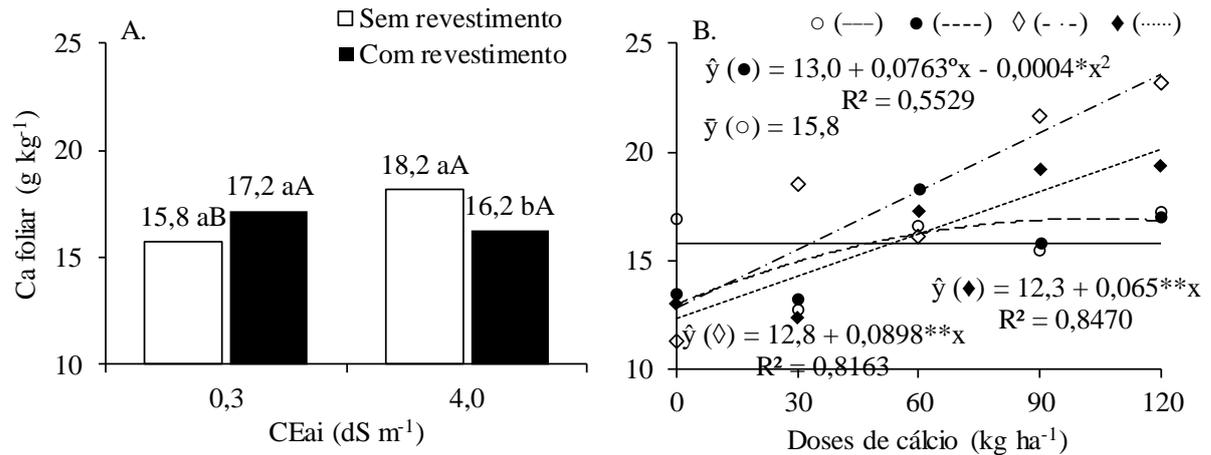
* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 3.4 Teores foliares de potássio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

O status nutricional do maracujazeiro em plena floração revelou deficiência em potássio, em todas os tratamentos, com teores abaixo da faixa adequada de 23,7 a 30,1 g kg⁻¹ (Carvalho et al., 2011). Esta situação pode estar relacionada a competição dos cátions sódio e cálcio por sítios de absorção de potássio. Nesse sentido, Freire et al. (2013) também observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a concentração foliar de potássio no maracujazeiro. Lucena et al. (2012) observaram redução na concentração de potássio nas raízes e folhas de mangueiras ocasionada pelo aumento de cloreto de sódio. Porém, a aplicação foliar de nitrato ou cloreto de cálcio possibilita tanto o aumento, nas menores concentrações, como a redução, sob doses acima de 1 g L⁻¹ de cálcio, de potássio (Cavalcante et al., 2014, 2015).

3.3.4 Cálcio Foliar

O cálcio foliar no maracujazeiro teve efeito das interações entre salinidade da água e revestimento ($F = 10,00$; $p = 0,0026$), entre salinidade da água e doses de cálcio ($F = 16,97$; $p < 0,0001$) e, entre revestimento e doses de cálcio ($F = 4,57$; $p = 0,0030$). Quando irrigadas com água não salina não se observou variação significativa no teor de cálcio foliar nos cultivos sem e com revestimento tendo-se, em média, $16,5 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 3.5A). Enquanto na irrigação com água salina a maior concentração de cálcio foliar foi nas covas sem revestimento ($18,2 \text{ g kg}^{-1}$) e a menor quando utilizou-se revestimento ($16,2 \text{ g kg}^{-1}$). O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de $0,3$ para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, nas covas sem revestimento, aumentou o cálcio foliar em 15% ($15,8$ à $18,2 \text{ g kg}^{-1}$) enquanto, nas covas com revestimento a variação no cálcio foi não significativa com média de $16,7 \text{ g kg}^{-1}$. Em relação as doses de cálcio observou-se que o aumento nas doses deste nutriente elevou sua concentração foliar, com exceção das plantas cultivadas em covas não revestidas e irrigadas com água não salina (Figura 3.5B). Sob irrigação com água não salina em covas com revestimento o aumento no teor foliar de cálcio no maracujazeiro foi até a dose de 95 kg ha^{-1} de cálcio, obtendo-se concentração foliar de $16,6 \text{ g kg}^{-1}$, aumento de 28% em relação a ausência de adubação calcítica. Enquanto com uso de água salina o aumento no teor de cálcio foliar foi de 898 mg kg^{-1} (7%), em covas sem revestimento, e de 650 mg kg^{-1} (6%), em covas revestidas, a cada aplicação de 10 kg ha^{-1} de cálcio.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

°, *e **: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

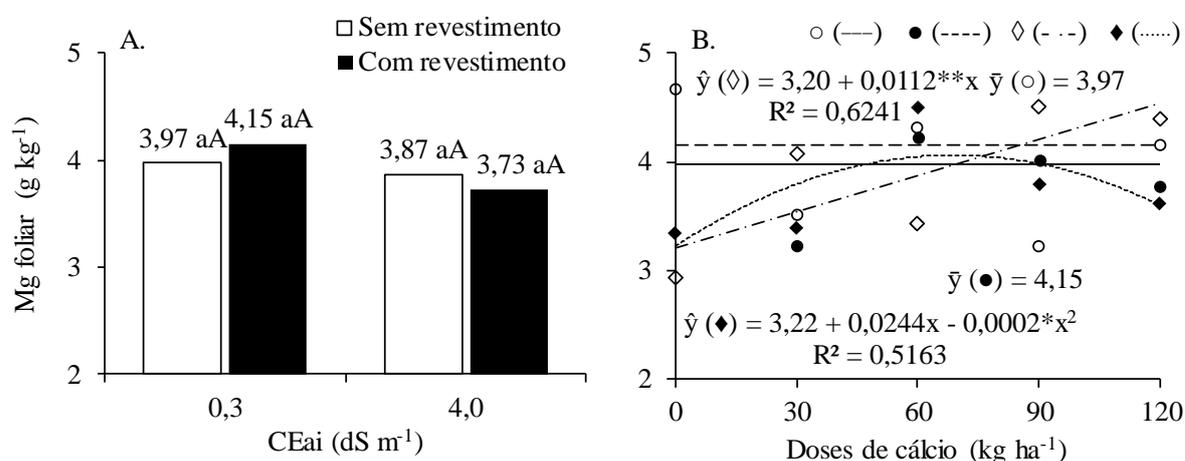
Figura 3.5 Teores foliares de cálcio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

Os teores foliares de cálcio estiveram acima da faixa de 9,2 a 11,2 g kg⁻¹ determinados em plantas de maracujazeiro de elevada produtividade (Carvalho et al., 2011). Porém, estavam adequados segundos os limites de 15 a 20 g kg⁻¹ estabelecidos por Malavolta et al. (1997) e de 17 a 28 g kg⁻¹ conforme Cantarutti et al. (2006). Quanto ao aumento na absorção de cálcio na água salina, este efeito pode estar relacionado a maior disponibilidade hídrica haja visto o acréscimo de 10% na lâmina de irrigação aplicada com objetivo de lixiviar o excesso de sais. Visto que a maior parte do cálcio absorvido é pelo processo de fluxo de massa (Prado, 2008). A aplicação de cálcio no solo aumenta o acúmulo deste macronutriente na folha, como corroborado por Silva Júnior et al. (2013) aplicando calcário dolomítico em solo cultivado com maracujazeiro. A aplicação foliar também pode aumentar a concentração foliar de cálcio, sendo função da concentração utilizada (Cavalcante et al., 2014, 2015).

3.3.5 Magnésio Foliar

A concentração foliar do magnésio foi influenciada pela interação entre salinidade da água, revestimento das covas e doses de cálcio ($F = 3,59$; $p < 0,0115$). As variações nos teores foliares de magnésio não foram significativas nas combinações entre condutividade elétrica da

água de irrigação e revestimento das covas, com média de $3,93 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 3.6A). Não foi estabelecida relação funcional entre doses de cálcio e teor foliar de magnésio no maracujazeiro irrigado com água não salina (Figura 3.6B). Enquanto que sob irrigação com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) observou-se que o aumento nas doses de cálcio nas covas sem revestimento elevou o magnésio foliar em $11,2 \text{ mg kg}^{-1}$ para cada quilograma de cálcio aplicado, passando de $3,20$ para $4,54 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg entre a ausência da adubação calcítica à dose de 120 kg ha^{-1} de cálcio, respectivamente. Nas covas revestidas lateralmente e irrigadas com água salina o magnésio foliar aumentou até a dose de 61 kg ha^{-1} de cálcio, possuindo concentração foliar de $3,96 \text{ g kg}^{-1}$ de magnésio e sendo 23% superior a concentração observada nas plantas sem aplicação de cálcio.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

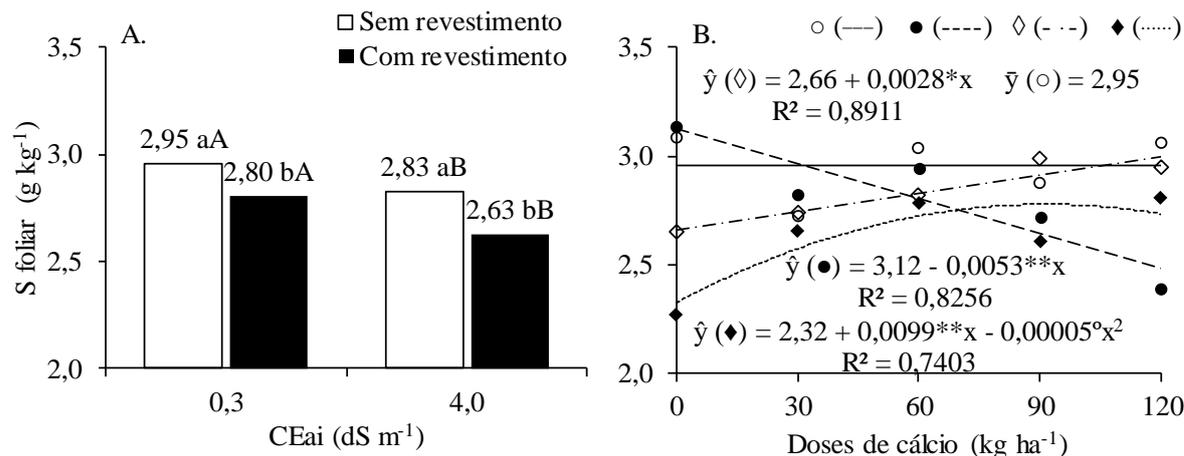
Figura 3.6 Teores foliares de magnésio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

De forma semelhante ao observado para o cálcio, os teores foliares de magnésio estavam acima da faixa adequada de $2,53$ a $2,99 \text{ g kg}^{-1}$ (Carvalho et al., 2011). Mas, segundo os intervalos estabelecidos por Malavolta (et al., 1997), 3 a 4 g kg^{-1} , os teores foliares de magnésio estavam adequados. Silva Júnior et al. (2013) observaram que a aplicação de calcário dolomítico no solo elevou os teores foliares de cálcio enquanto não interferiu nos teores de magnésio. Sendo que a relação entre cálcio e magnésio no solo interferem na absorção dos

macronutrientes catiônicos (Salvador et al., 2011). Estes autores observaram que o aumento na relação entre cálcio e magnésio aumentou tanto a concentração de cálcio como de magnésio foliar, mas com maior intensidade para o cálcio. Nesse mesmo sentido Medeiros et al. (2008) observaram que o aumento na relação entre cálcio e magnésio elevou a concentração foliar de cálcio enquanto reduziu o teor de magnésio, acarretando em redução de crescimento e produção de biomassa em plantas de milho. A aplicação foliar de cálcio também pode elevar a concentração foliar de magnésio dependendo da concentração utilizada (Cavalcante et al., 2014, 2015). Esses autores também observaram que o aumento na concentração da solução de pulverização com cálcio pode reduzir não apenas a concentração foliar de magnésio, mas também de outros nutrientes e reduzir a produção do maracujazeiro.

3.3.6 Enxofre Foliar

O teor de enxofre foliar no maracujazeiro foi influenciado pela interação entre salinidade da água, revestimento das covas e doses de cálcio ($F = 3,30$; $p = 0,0173$). A maior concentração foliar de enxofre ($2,95 \text{ g kg}^{-1}$) foi encontrada no maracujazeiro irrigado com água não salina e cultivado em covas sem revestimento (Figura 3.7A). Observou-se que o revestimento das covas reduziu o enxofre foliar no maracujazeiro em $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ (5%), sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, e em $0,20 \text{ g kg}^{-1}$ (7%), quando irrigadas com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. Observou-se também que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de $0,3$ para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ diminuiu o enxofre foliar de $2,95$ a $2,83 \text{ g kg}^{-1}$ (-4%), em covas em revestimento, e de $2,80$ a $2,63 \text{ g kg}^{-1}$ (-6%), em covas revestidas. O aumento nas doses de cálcio, nas covas revestidas e irrigadas com água não salina, reduziu a concentração de enxofre foliar em $5,3 \text{ mg kg}^{-1}$ a cada quilograma de cálcio aplicado, passando de $3,12$, sem adubação calcítica, a $2,48 \text{ g kg}^{-1}$, sob a dose de 120 kg ha^{-1} de cálcio (Figura 3.7B). Enquanto sob irrigação com água salina o teor foliar de enxofre aumentou com as doses de cálcio em $2,8 \text{ mg kg}^{-1}$ a cada aumento unitário na dose de cálcio, nas covas sem revestimento, e até a dose de 99 kg ha^{-1} de cálcio, nas covas revestidas.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

°, * e **: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

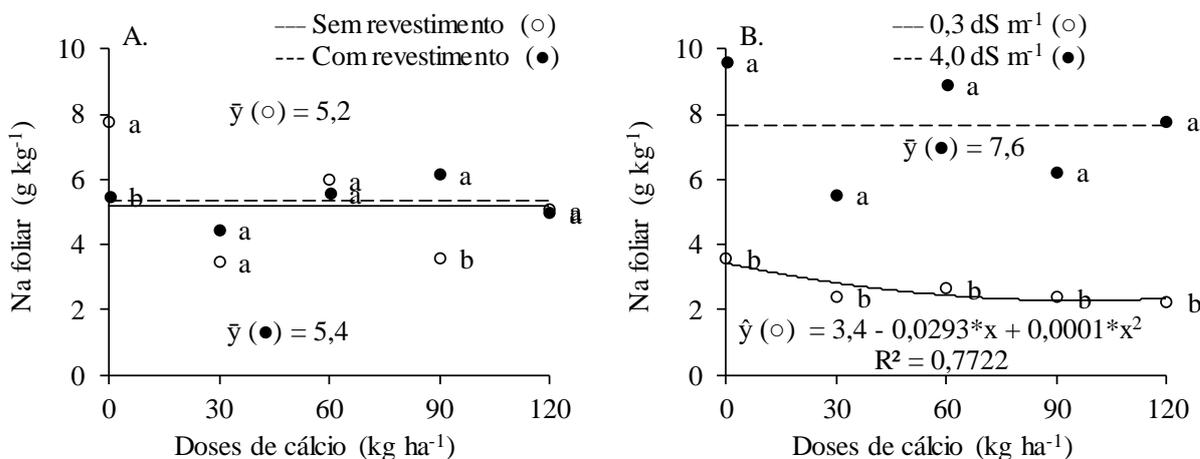
Figura 3.7 Teores foliares de enxofre em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A concentração foliar de enxofre estava abaixo da faixa de 3,79 a 4,21 g kg⁻¹ (Carvalho et al., 2011), ou seja, as plantas de maracujazeiro amarelo podem estar deficientes neste macronutriente. O excesso de cloreto da água de irrigação ou de nitrato da adubação calcítica podem ter reduzido a absorção de enxofre. O enxofre é absorvido na forma aniônica (SO₄⁻) (Marchner, 2012; Taiz et al., 2017). Freire et al. (2013) e Souza et al. (2018) também observaram redução na concentração foliar de enxofre em maracujazeiro amarelo utilizando água salina. Enquanto Cavalcante et al. (2014, 2015) aplicando nitrato e cloreto de cálcio foliar observaram que a concentração de enxofre foliar aumentou até a dose média de 1,1 g L⁻¹ de cálcio, com redução do enxofre após essa dose.

3.3.7 Sódio Foliar

A concentração de sódio nas folhas do maracujazeiro foi afetada pelas interações entre salinidade da água e doses de cálcio ($F = 7,27$; $p < 0,0001$) e, entre revestimento das covas e doses de cálcio ($F = 8,31$; $p < 0,0001$). Na interação entre doses de cálcio e revestimento não se estabeleceu relação funcional entre doses de cálcio aplicado ao solo e concentração foliar de sódio (Figura 3.8A). Observou-se apenas que na ausência de adubação calcítica que o teor foliar

de sódio foi maior no cultivo sem revestimento das covas, enquanto sob a dose de 90 kg ha⁻¹ de cálcio a maior concentração foliar de sódio foi observada no maracujazeiro em covas revestidas. Quanto a interação entre doses de cálcio e salinidade da água de irrigação, observou-se que o teor foliar de sódio reduziu até a dose de 120 kg ha⁻¹ de cálcio sob irrigação com água não salina (Figura 3.8B). Com água salina na irrigação do maracujazeiro o modelo entre dose de cálcio e teor foliar de sódio foi não significativo. Também observou-se que em todas as doses de cálcio o maior teor foliar de sódio foi encontrado nas plantas irrigadas com água salina (4,0 dS m⁻¹).



Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose de cálcio, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 3.8 Teor foliar de sódio em maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função das doses de cálcio em covas sem (○) e com (●) revestimento (A) e, irrigação com água de 0,3 e 0,4 dS m⁻¹ de condutividade elétrica (B).

De acordo com os valores estabelecidos por Carvalho et al. (2001), 0,99 a 2,45 g kg⁻¹, e por Carvalho et al. (2002), 1,22 a 3,06 g kg⁻¹, o sódio foliar no maracujazeiro amarelo estava em excesso nas plantas do presente trabalho. Lucena et al. (2012) observaram que o aumento na concentração de cloreto de sódio intensificou o acúmulo de sódio nas raízes, no caule, na copa e nas folhas de mangueiras. Sendo que a taxa de acúmulo foi maior nas folhas em comparação as demais partes implicando, dessa forma, absorção e transporte xilemático deste elemento. Freire et al. (2015) observaram que a irrigação com água salina elevou a concentração de sódio no solo e nas folhas do maracujazeiro amarelo. Estes autores encontraram aumento de 0,34 a 0,70 cmol_c dm⁻³, acréscimo de 106% no solo, e de 5,15 a 6,41 g kg⁻¹, acréscimo de 24%

na folha, de sódio ao aumentar a condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹, respectivamente.

3.4 CONCLUSÕES

A irrigação do maracujazeiro amarelo com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) reduz os teores foliares de macronutrientes e eleva a concentração de sódio, indicando-se a irrigação com água não salina;

O revestimento das covas cultivadas com maracujazeiro não é indicado por reduzir os teores de nutrientes;

O cálcio pode ser utilizado como atenuante do estresse salino principalmente por reduzir a concentração foliar de sódio em solo com baixo teor desse cátions divalente.

3.5 REFERÊNCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 56), 2006. 298p.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711-728, 2013.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Bar, Y.; Apelbaum, 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.
- Borges, A. L.; Souza, L. de S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141), 2010. 4p.
- Bruulsema, T.; Lemunyon, J.; Hertz, B. Fundamentos para utilização correta do seu fertilizante. **Informações Agronômicas**, v. 126, p. 15-18, 2009.
- Bünemann, E. K.; Oberson, A.; Frossard, E. (Eds.) **Phosphorus in Action: biological processes in soil phosphorus cycling**. Springer®, 2011. 483p.
- Cantarutti, R. B.; Barros, N. F. de; Martinez, H. E. P.; Novais, R. F. valiação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: 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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. 13, p. 759-850, 2007
- Carvalho, A. J. C. de; Fontes, P. S. F.; Freitas, M. S. M.; Monnerat, P. H.; Fontes, A. G. Yellow passion fruit plant nutritional diagnosis at different phenological stages by the diagnosis and recommendation integrated system method. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 614-626, 2011.
- Carvalho, A. J. C. de; Martins, D. P.; Monnerat, P. H.; Bernardo, S.; Silva, J. A. da. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 403-408, 2001.

- Carvalho, A. J. C. de; Monnerat, P. H.; Martins, D. P.; Bernardo, S.; Silva, J. A. da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 121-127, 2002.
- Casarin, V.; Stipp, S. R. Quatro medidas corretas que levam ao uso eficiente dos fertilizantes. **Informações Agronômicas**, v. 142, p. 14–20, 2013.
- Cavalcante, L. F.; Costa, J. R. M.; Oliveira, F. K. D. de; Cavalcante, I. H. L.; Araújo, F. A. R. de. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005a.
- Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G.; Andrade, R.; Sá, J. R.; Macêdo, J. P. S.; Gondim, S. C.; Cavalcante, I. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, suplemento, p.314-317, 2005b.
- Cavalcante, L. F.; Lopes, E.; Diniz, A. A.; Seabra Filho, G. Q.; Dantas, T. A. G.; Nunes, J. C. N. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 69-80, 2014.
- Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. de O.; Nunes, J. C.; Diniz, A. A.; Lima Neto, A. J. de; Souto, A. G. de L.; Souza, J. T. A. de. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 35-49, 2015.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- Freire, J. L. de O.; Cavalcante, L. F.; Dias, T. J.; Dantas, M. M. M.; Macedo, L. P. M.; Azevedo, T. A. E. de. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- Freire, J. L. de O.; Cavalcante, L. F.; Nascimento, R. do; 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, p. 57-70, 2013.
- Holanda, J. S. de; Amorim, J. R. A. de; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C. de; Sá, F. V. da S. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2ª ed. 2016. p. 35-50.

- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em: 4 de nov. 2018.
- IDEME. **Anuário Estatístico** - Paraíba 2016. João Pessoa: Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual (IDEME), 2013. 3141p.
- Leite, E. M.; Diniz, A. A.; Cavalcante, L. F.; Gheyi, H. R.; Campos, V. B. Redução da sodicidade em solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 110-116, 2010.
- Lima Neto, A. J. de; Dantas, T. A. G.; 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.
- Lucena, C. C. de; Siqueira, D. L.; Martinez, H. E. P.; Cecon, P. R. Efeito do estresse salino na absorção de nutrientes em mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 297-308, 2012.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 281p.
- Marschner, P. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3ª ed. San Diego: Elsevier®, 2012. 651p.
- Medeiros, J. C.; Albuquerque, J. A.; Mafra, A. L.; Rosa, J. D.; Gatiboni, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.
- Morais, D. L. de; Viégas, R. A.; Silva, L. M. M.; Lima Júnior, A. R.; Costa, R. C. L. da; Iza M. A. Rocha, I. M. A.; Silveira, J. A. G. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.125-133, 2007.
- Naeem, M.; Idrees, M.; Khan, M. M. A. Calcium ameliorates photosynthetic capacity, nitrate reductase, carbonic anhydrase, nitrogen assimilation, yield and quality of *Cassia sophera* L. a medicinal legume. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, n. 3, 2009.
- Nogueira, E.; Gomes, E.R.; Sousa, V. F. de; Silva, L.R.A. de; Broetto, F. Coeficiente de cultivo e lâminas de irrigação do maracujazeiro amarelo nas condições semiáridas. **Anais do II INOVAGRI International Meeting**, 2014. p. 474-484, 2014.
- Prado, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESPE, 2008. 407p.

- Salvador, J. T.; Carvalho, T. C.; Lucchesi, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- Silva Júnior, G. B. da; Cavalcante, I. H. L.; Albano, F. G.; Osajima, J. A. Estado nutricional e clorofila foliar do maracujazeiro-amarelo em função de biofertilizantes, calagem e adubação com N e K. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 163-173, 2013.
- Souza, J. T. A.; Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. A. da S.; Pereira, W. E.; Freire, J. L. de O. Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 535-540, 2018.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M. and Murphy, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Tavares Filho, A. N.; Barros, M. de F. C.; Rolim, M. M.; Silva, E. F. de F. e. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino-sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.247–252, 2012.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Volkweiss, S. J. **Análises de solo, planta e outros materiais**. 2ed. Porto Alegre: Departamento de Solo, UFRGS, 1995. 174p.
- Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.

Anexo III

Tabela 3.3 Resumo das análises de variância referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e sódio (Na) em plantas de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em plena floração em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (Re) e adubação calcítica (Ca)

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na
Bloco	3	1,106 ^{ns}	0,0097 ^{ns}	2,7491 ^{ns}	2,9330 ^{ns}	0,0725 ^{ns}	0,3107*	2,3801 ^{ns}
CEai	1	101,701*	0,0083 ^{ns}	254,8980**	10,5706 ^{ns}	1,4187 ^{ns}	0,4601*	449,4152**
Resíduo (a)	3	6,424	0,0310	1,6121	5,6991	1,5196	0,0199	3,9836
Ca	4	25,717**	0,2532**	22,5002**	61,4096**	0,8608*	0,0532 ^{ns}	15,6856**
Re	1	9,494 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	14,3369 ^{ns}	1,2533 ^{ns}	0,0072 ^{ns}	0,6313**	0,5622 ^{ns}
Re x Ca	4	19,049*	0,0567 ^{ns}	23,3228**	25,4551**	1,1980**	0,1072*	12,6762**
CEai x Ca	4	33,131**	0,0264 ^{ns}	17,6664**	94,6196**	3,9850**	0,3749**	11,0891**
CEai x Re	1	82,175**	0,7814**	211,6836**	55,7557**	0,5099 ^{ns}	0,0125 ^{ns}	0,8080 ^{ns}
CEai x Re x Ca	4	5,309 ^{ns}	0,3270**	17,0563**	4,8008 ^{ns}	0,8878*	0,1351*	2,8724 ^{ns}
Resíduo (b)	54	313,702	0,0327	4,0158	5,5759	0,2473	0,0410	1,5263
CV (a)		5,52	7,67	6,47	14,18	31,37	5,04	37,87
CV (b)		38,58	7,90	10,22	14,02	12,65	7,23	23,44
		----- g kg ⁻¹ -----						
Médias		45,91	2,29	19,60	16,84	3,93	2,80	5,27

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Capítulo IV

Água salina, proteção das covas e cálcio nos componentes de produção do maracujazeiro amarelo

RESUMO

A elevada taxa de evaporação e a limitação de água, em quantidade e qualidade, requerem a busca de estratégias que viabilizem a atividade agrícola, principalmente nas áreas áridas e semiáridas. O trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar a salinidade da água, o revestimento da cova e a aplicação de cálcio nos componentes de produção e rendimento do maracujazeiro BRS GA1. Os tratamentos foram arranjados em parcela subdividida no esquema 2 x (2 x 5) correspondente a salinidade da água (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), parcela principal, combinados com covas sem e com proteção lateral das covas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), subparcelas. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas. As variáveis avaliadas constaram do número de ramos produtivos, índices de amadurecimento precoce e cultivo concentrado, calculados a partir das produções semanais, número de frutos por planta, massa médias de frutos e, produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância, os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação e da proteção lateral das covas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$) e os referentes as doses de cálcio por regressão linear, com o teste F ($p \leq 0,10$). Todas as variáveis foram influenciadas pela interação entre os três fatores estudados, com exceção do índice de cultivo concentrado que não sofreu variações significativas. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a precocidade, o número de frutos por planta, a massa dos frutos e a produtividade do maracujazeiro. A adubação com cálcio promove efeitos positivos em um Neossolo Regolítico. O revestimento lateral das covas não exerceu efeitos positivos no cultivo de maracujazeiro. A aplicação de 60 kg ha⁻¹ de cálcio atenua os efeitos da irrigação com água salina na produção do maracujazeiro cultivado em Neossolo Regolítico com baixo teor deste nutriente.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, nitrato de cálcio

ABSTRACT

The high rate of evaporation and the limitation of water in quantity and quality, the search strategies require that enable the agricultural activity, especially in arid and semiarid areas. Accordingly, the work was carried out to evaluate the salinity of the water, the coating application of the pit and calcium components in the production and yield of passion fruit cv. BRS Giant Yellow. The treatments were arranged in a split plot in esuqema 2 x (2 x 5) corresponding to salinity (0.3 and 4.0 dS m⁻¹), main plot, combined with pits without and with lateral protection of pits and calcium doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹), subplots. The treatments were distributed in four randomized blocks and the experimental unit was formed by four plants. The evaluated variables consisted of the number of productive branches, indexes of early maturity and concentrated cultivation, calculated from the weekly yields, number of fruits per plant, mean mass of fruits and productivity. Data were subjected to analysis of variance and the effects of electrical conductivity of irrigation water (salinity) and protection of the pits were compared by the F test ($p \leq 0.05$) and those related to calcium doses adjusted by regression by the F test ($p \leq 0.10$). The variables were influenced by the interaction between the three factors studied, except for the index of concentrated cultivation that did not suffer significant variations. The increase in electrical conductivity of irrigation water reduced the precocity of maracujazal, the number of fruits per plant, fruit weight and productivity of passion fruit. The fertilization with calcium promotes positive effects on a Entisol. The lateral lining of the pits did not have positive effects on the cultivation of passion fruit. The application of 60 kg ha⁻¹ of calcium attenuates the effects of irrigation with saline water in the production of passion fruit cultivated in Entisol with low content of this nutrient.

Key-words: *Passiflora edulis* Sims., saline stress, calcium nitrate.

4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de frutos de maracujazeiro amarelo (Faleiro e Junqueira, 2016), sendo a região Nordeste a maior produtora, seguida pelo Sudeste, Sul, Norte e Centro Oeste (IBGE, 2017). Entretanto a irregularidade das chuvas associada, em muitos casos, a baixa qualidade das águas com excesso de sais, dificulta a atividade da agricultura. O excesso de sais promove a redução do potencial osmótico da água, dificultando a absorção, e promovendo efeitos tóxicos específicos dos íons (Taiz et al., 2017).

O maracujazeiro amarelo pode ser irrigado com água de até 2,3 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, mantendo 90% do potencial produtivo (Holanda et al., 2016). A tolerância à salinidade está atrelada a cultivar, as condições edafoclimáticas e de manejo. Soares et al. (2008), irrigando de forma suplementar com água de até 5,0 dS m⁻¹ não observaram redução na produtividade do maracujazeiro amarelo. Porém, trabalhos indicam que o aumento da salinidade na água de irrigação pode reduzir a produção de ramos produtivos (Freire et al., 2012; Souza et al., 2016), o comprimento dos entrenós dos ramos, a quantidade de botões florais (Dias et al., 2013), a produção de frutos (Dias et al., 2012) e a massa do maracujá (Dias et al., 2012; Souza et al., 2018) e, conseqüentemente levar a redução na produtividade do maracujazeiro.

Um das medidas utilizadas para reduzir perdas hídricas é o uso de revestimento das covas. O revestimento lateral de covas aumenta a umidade do solo, mas sem reflexos na produção (Cavalcante et al., 2005a). Enquanto que o aumento das faces revestidas das covas proporciona aumento na produção de frutos e na produtividade do maracujazeiro (Cavalcante et al. 2005b). O fornecimento adequado de nutrientes também pode favorecer às plantas em situações de estresse. A cultura do maracujazeiro amarelo, segundo Cavalcante et al. (2014, 2015), tem a produtividade elevada com aplicação de cálcio foliar. No solo, o cálcio compete diretamente com sódio pelos sítios de adsorção (Tavares Filho et al., 2012; Fontenele et al., 2014), podendo reduzir a predominância desse íon; enquanto que na planta está diretamente relacionado à integridade da membrana plasmática das células vegetais (Taiz et al., 2017).

Pelo exposto, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a ação conjunta da redução das perdas hídricas do solo associada à aplicação de cálcio para mitigar os efeitos depressivos do aumento da salinidade da água nos componentes de produção e no rendimento do maracujazeiro cv. BRS Gigante Amarelo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida, entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil; microrregião do Curimataú ocidental e mesorregião do Agreste Paraibano (IDEME, 2013). O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (Alvares et al., 2013).

O Solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico (Santos et al., 2013) de textura areia franca. Amostras desse solo foram retiradas aleatoriamente da área nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do perfil e, utilizadas para caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos (Tabela 4.1) conforme metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 4.1 Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico, antes do cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) BRS GA1, no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba

----- Atributos do Neossolo Regolítico -----								
Fertilidade ¹	Camada (cm)		Salinidade ²	Camada (cm)		Física ³	Camada (cm)	
	0-20	20-40		0-20	20-40		0-20	20-40
pH em água	4,58	5,10	pHes	7,14	6,79	AG (g kg ⁻¹)	580	561
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,92	1,54	CEes (dS m ⁻¹)	0,82	0,37	AF (g kg ⁻¹)	262	235
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,48	0,43	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	7,5	3,00	Silte (g kg ⁻¹)	92	117
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,08	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,75	2,00	Arg. (g kg ⁻¹)	66	87
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,07	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,73	0,50	Ada (g kg ⁻¹)	13	13
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,53	2,12	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,97	4,04	GF (%)	80	851
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	1,80	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,99	0,59	Ds (kg dm ⁻³)	1,57	1,59
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	Dp (kg dm ⁻³)	2,64	2,66
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,83	3,92	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	Pt (m ³ m ⁻³)	0,41	0,40
V (%)	66,1	54,1	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	2,50	U (g kg ⁻¹):		
PST (%)	1,31	1,79	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	0,87	2,56	0,010MPa	57,71	66,03
P (mg dm ⁻³)	10,6	3,10	UPs (g kg ⁻¹)	18,11	19,21	0,033 MPa	43,11	52,71
MOS (g kg ⁻¹)	5,1	5,1						

¹pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na²⁺ (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO₄²⁻ (sulfato); CO₃²⁻ (carbonato); HCO₃²⁻ (bicarbonato); Cl⁻ (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na⁺/[0,5(Ca²⁺+Mg²⁺)]^{0,5};

³Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); Pt (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

4.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida, sob o esquema 2 x (2 x 5), correspondentes à condutividade elétrica da água de irrigação de (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) como parcela principal e as subparcelas à combinação do revestimento (sem e com) lateral das covas contra as perdas hídricas e doses de cálcio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e a unidade experimental foi formada por quatro plantas.

4.2.3 Condições Meteorológicas

As condições meteorológicas no sítio Macaquinhos, durante o cultivo do maracujazal cv. BRS Gigante Amarelo, consistiram no monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar, da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração de referência (ET_o) como podem ser observados na Figura 4.1. A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada hora por Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm[®]. A média diária da temperatura do ar foi calculada pela média das temperaturas extremas (Allen et al., 2006) e a umidade relativa média do ar através da média das leituras diárias. A precipitação pluviométrica foi quantificada por pluviômetro e a evapotranspiração de referência através da evaporação do tanque Classe “A” multiplicado pelo coeficiente do tanque (Allen et al., 2006), adotando-se o coeficiente de 0,75 durante o experimento.

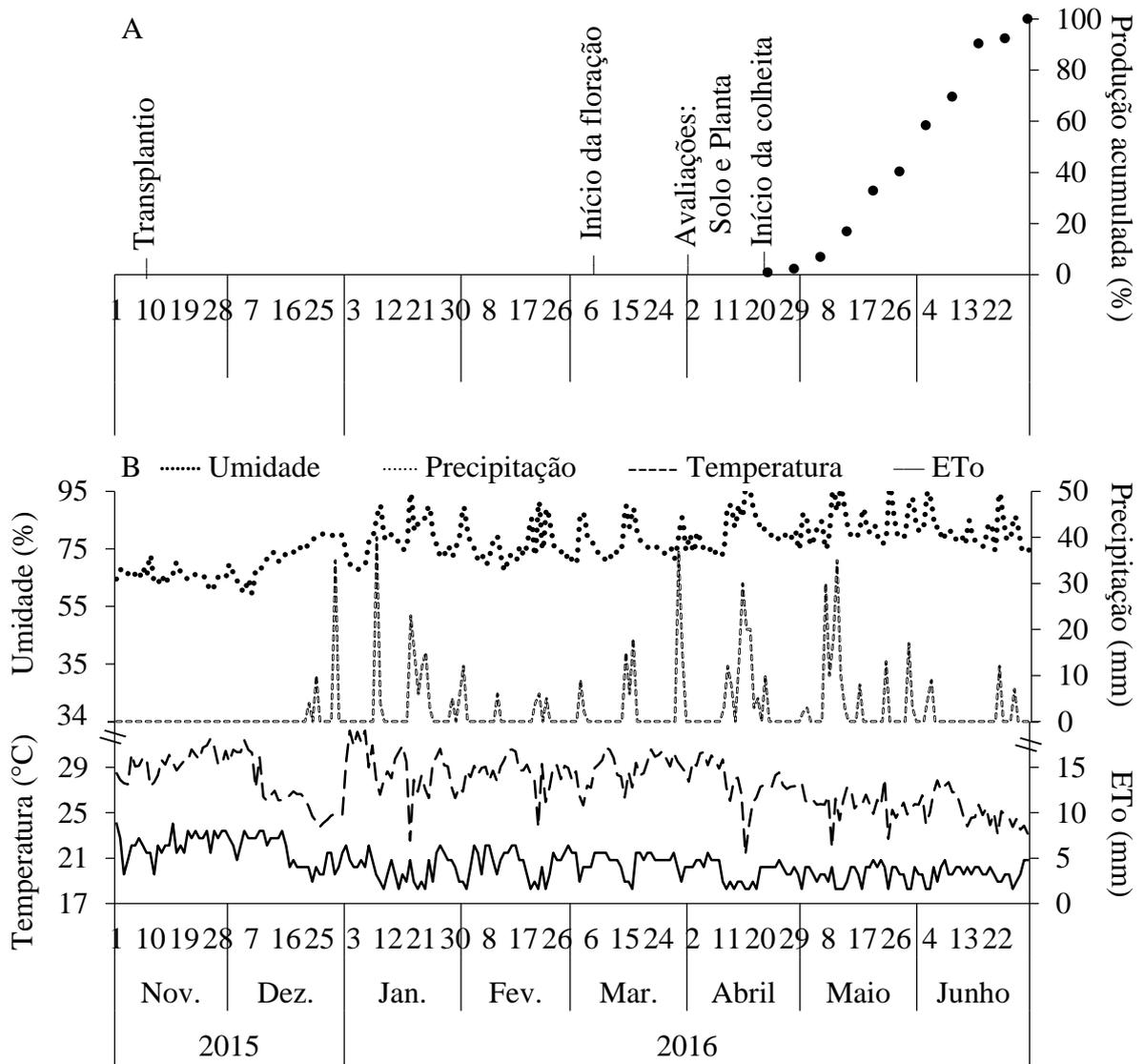


Figura 4.1 Etapas do experimento (A) e valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência (ETo) no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil (B).

Durante o cultivo, 11/11/2015 a 01/07/2016, a temperatura média diária do ar variou de 21,4 a 32,3°C, com média de 27,6°C (Figura 4.1). A amplitude da umidade relativa média do ar foi de 59,7% a 99,2% e média de 77,0%. A precipitação pluviométrica acumulada foi de 622 mm, distribuída em 51 dias, com lâmina máxima em um dia de 40 mm. A evapotranspiração de referência diária mínima foi de 1,6 mm, com máxima de 8,8 mm e média de 4,4 mm.

4.2.4 Instalação e Manejo da Cultura

4.2.4.1 Preparo da área

O pomar com maracujazeiro cv. 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foi instalado na densidade de 1.666 plantas por hectare, no arranjo de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas na linha. Nos tratamentos com revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas, utilizou-se filme plástico de elevada resistência (320 μ). Essa proteção foi instalada na distância de 50 cm do centro da cova e na profundidade de 45 cm, visando reduzir perdas de água por infiltração lateral, e a área de instalação do filme plástico foi rebaixado em 2 cm. O transplântio das mudas ocorreu em 11 de novembro de 2015. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

4.2.4.2 Manejo da adubação

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010). As covas foram abertas com dimensões de 40 x 40 x 40 cm e preparadas a partir da mistura do material retirado das covas, 20 L de esterco curtido de gado bovino, 15 g de N, 18 g de K₂O, 12 g P₂O₅, 4 g de Zn, 2,7 g de Mg e 5,7 g de S. Na fase de crescimento foram fornecidos por planta 53 g de N, 65 de K₂O, 28 g de P₂O₅ em quatro aplicações mensais e uma aplicação com 18 g de sulfato de magnésio. Na fase de produção utilizaram-se 72 g de N, 120 g de K₂O em quatro aplicações mensais, e 60 g de P₂O₅ em duas parcelas juntamente com a primeira e a terceira adubação com nitrogênio e potássio e 18 g de sulfato de magnésio. As doses de cálcio foram divididas em cinco aplicações iguais, a primeira no preparo das covas e o restante aos 60, 90, 120 e 150 dias após o transplântio. Os fertilizantes utilizados foram ureia (45% de N), nitrato de cálcio (15,5% N e 19% Ca), cloreto de potássio (60% de K₂O), fosfato-monoamônico (11% N e 50% P₂O₅), sulfato de zinco (20% Zn e 9% S) e sulfato de magnésio (9% Mg e 13% S).

4.2.4.3 Irrigação

A irrigação foi baseada na evapotranspiração da cultura (ET_c), calculada pelo produto da evapotranspiração referência (ET_o), coeficiente de cultivo em cada fenofase (kc) e coeficiente de redução (kr) de área (ET_c = ET_o x kc x kr). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe "A", instalado próximo ao local do experimento, e o fator de correção do tanque de 0,75 (Allen et al., 2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,43 na fase vegetativa, 0,94 no florescimento e 1,04 na frutificação (Nogueira et al., 2014). O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (Steduto et al., 2012).

O fornecimento de água foi por gotejamento usando quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h⁻¹ trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (CEai - condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L⁻¹)^{0,5}) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto a água salina (CEai de 4,0 dS m⁻¹) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado na água não salina em caixas plásticas com capacidade para 3 m³. Nos tratamentos com água salina foi acrescido 10% à lâmina de irrigação para lixiviação de sais do ambiente radicular das plantas (Ayers e Westcot, 1999).

4.2.5 Variáveis Analisadas

Aos 142 dias após o transplântio das mudas, plena floração e início da frutificação, foram contados os ramos produtivos ou terciárias (RP). As colheitas foram realizadas três vezes por semana, no período de abril a julho de 2016, sendo colhidos os frutos no início do amarelecimento da casca. A partir dos dados semanais de produtividade foram determinados os índices de amadurecimento precoce (IE) e de cultivo concentrado (IC) calculados conforme equações 1 e 2, respectivamente (Khanizadeh e Fanous, 1992).

A equação 1, usada para calcular o índice de amadurecimento precoce (IE).

$$IE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i}{D_i} \right) / n \quad 1$$

Onde:

i = 1, 2, ..., n;

n = número de colheitas;

Y_i = rendimento da colheita;

D_i = número de dias desde o início ao fim colheita.

A equação 2, usada para calcular o índice de cultivo concentrado (IC).

$$IC = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2 / n}}{n} \quad 2$$

Sendo:

$i = 1, 2, \dots, n,$

$n =$ número de colheitas,

$Y_i =$ rendimento percentual na i -colheita,

$Y =$ média do rendimento percentual para número colheitas.

A partir das colheitas foram determinados: número de frutos por planta (NF), a partir do total de frutos dividido pelo número de plantas na parcela; massa médias de frutos (MMF), pela razão entre a massa total de frutos e número de frutos na parcela, com resultados expressos em grama e; produtividade (PROD), através do produto entre o número de frutos por planta, a massa média dos frutos (MMF), sendo expressa em $t\ ha^{-1}$.

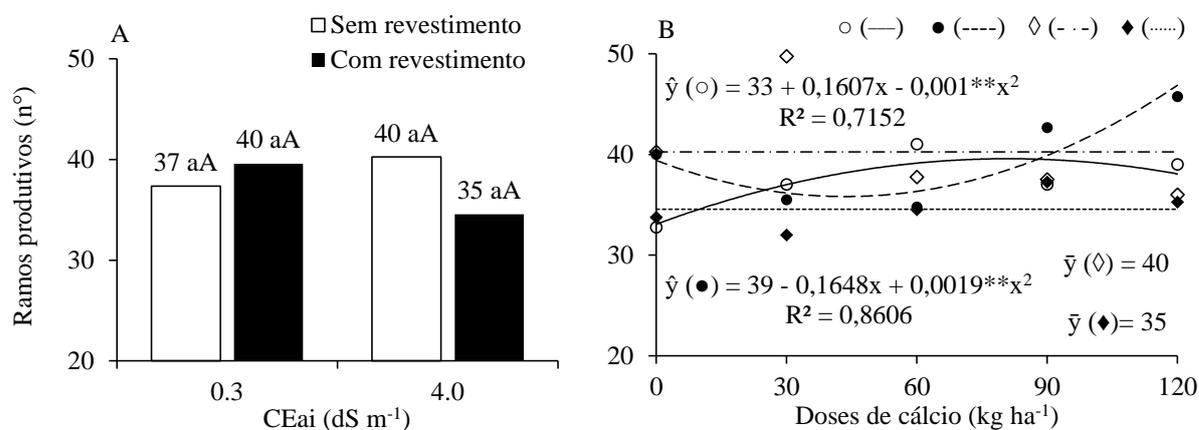
4.2.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para avaliação dos efeitos dos fatores isoladamente e das interações. Os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (salinidade) e da proteção lateral das covas contra as perdas hídricas foram comparados pelo teste F ($p \leq 0,05$), enquanto as doses de cálcio foram ajustadas por regressão polinomial, com o teste F ($p \leq 0,10$) para se verificar a significâncias dos modelos. As análises foram realizadas no software SAS[®] University Edition.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Ramos Produtivos

O número de ramos produtivos, contados aos 142 dias após o transplante das mudas, foi afetado pela interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 3,83$; $p = 0,0083$). As variações no número de ramos produtivos no maracujazeiro amarelo não foram significativas em função da condutividade elétrica da água de irrigação e ao revestimento das covas, com média de 38 ramos (Figura 4.2A). Quanto às doses de cálcio, os ajustes à regressão só foram obtidos quando a irrigação foi realizada com água não salina (Figura 4.2B). Nas covas sem revestimento lateral o número de ramos passou de 33 sem adubação calcítica para 39 sob a dose de 80 kg ha^{-1} de cálcio. Enquanto nas covas com proteção lateral os ramos produtivos passaram de 39 para 47 sob as doses 0 e 120 kg ha^{-1} de cálcio, respectivamente, ou seja, acréscimo de 21%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 4.2 Ramos produtivos do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (\circ) e com (\bullet) revestimento das covas sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e, sem (\diamond) e com (\blacklozenge) revestimento das covas sob irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

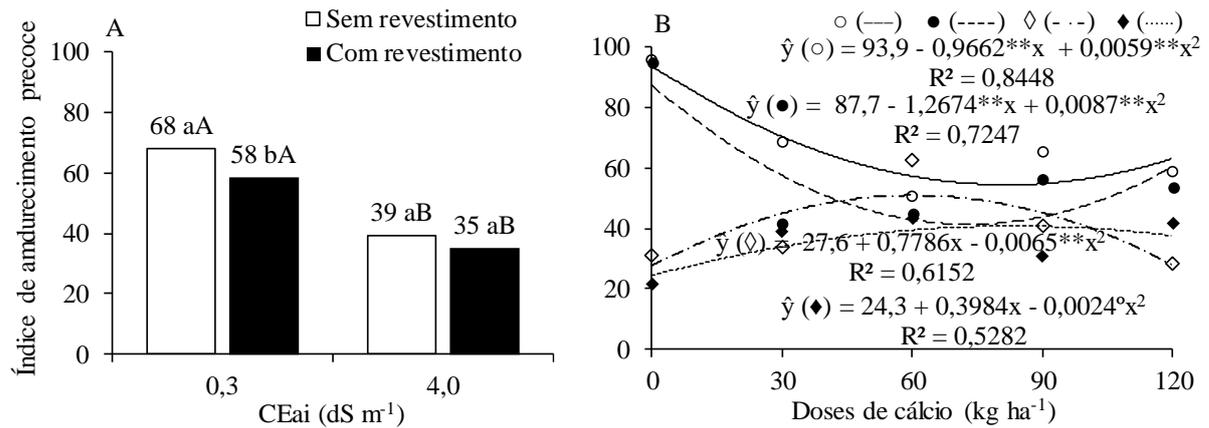
Ao irrigar o maracujazal com água de condutividade elétrica de $0,5$ a $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ Dias et al. (2013) também não encontraram efeito da salinidade, observando que o aumento nos ramos

produtivos está relacionado à época de avaliação. Estes autores também observaram que o aumento da salinidade reduziu o comprimento dos entrenós dos ramos e número de botões florais. Porém, Freire et al. (2012) e Souza et al. (2016) observaram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a quantidade de ramos produtivos.

4.3.2 Índices de Amadurecimento Precoce e Cultivo Concentrado

O índice de amadurecimento precoce teve efeito da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 3,06$; $p = 0,024$). O índice de amadurecimento precoce reflete o tempo do plantio às produções, ou seja, quanto maior for este índice menor tempo para as colheitas (Khanizadeh e Fanous, 1992). Enquanto o índice de cultivo concentrado está relacionado à distribuição da produção durante a safra, e quanto maior menos colheitas são necessárias (Khanizadeh e Fanous, 1992), sendo que este índice não foi afetado por nenhum dos fatores ou interações, com média de 0,78. Dessa forma, observou-se que os fatores em estudo interferiram na precocidade do pomar sem afetar a distribuição da produção. A precocidade das plantas está diretamente relacionada a fatores genéticos e ambientais (Camilo et al., 2013; Nomura et al., 2013). O aumento da precocidade antecipa o retorno econômico da atividade agrícola, enquanto a redução no número de colheita pode reduzir o custo de produção (Khanizadeh e Fanous, 1992).

O índice de amadurecimento precoce diminuiu com a irrigação com água salina, passando de 68 para 39 (-43%) nas covas sem revestimento e de 58 para 35 (-40%), nas covas com revestimento, com aumento da condutividade elétrica da água de 0,3 para 4,0 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 4.3A). O revestimento também reduziu este índice nas covas irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹ em 15%. O estresse salino reduz o crescimento e a taxa de crescimento tanto de mudas (Mesquita et al., 2012; Bezerra et al., 2018) como de plantas de maracujazeiro (Freire et al., 2012) e, conseqüentemente atrasa a formação dos ramos produtivos, floração, frutificação e início da colheita. Na literatura registra-se atraso na poda da haste principal em 6 (Dias et al., 2013) e 12 dias (Freire et al., 2012) ao se elevar a condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹, além de reduzir o comprimento dos entrenós nos ramos produtivos em média 7 mm (Dias et al., 2013). Freire et al. (2012) também registraram redução na taxa de crescimento em altura do maracujazeiro em 9% ocasionada pela salinidade.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

° e **: significativo a 10 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 4.3 Índice de amadurecimento precoce do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

Quanto às doses de cálcio sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹, os valores do índice de amadurecimento precoce eram máximos sem aplicação deste macronutriente atingindo valores mínimos ao elevarem as doses para 82 e 73 kg ha⁻¹ nas covas sem e com revestimento, respectivamente (Figura 4.3B). Com uso da água de 4,0 dS m⁻¹ nas covas sem revestimento observou-se aumento deste índice de 27,6 para 50,9 (84%) da ausência de adubação calcítica para a dose de 60 kg ha⁻¹ de cálcio e, nas covas com revestimento o aumento foi de 24,3 para 40,8 (68%) sem adubação calcítica e com a aplicação de 83 kg ha⁻¹ de cálcio. A redução no índice do amadurecimento precoce ocasionado pela adubação calcítica, quando irrigado com água não salina, pode estar relacionado à redução na taxa de crescimento e amadurecimento dos frutos. Lins et al. (2013) e Pereira et al. (2017) observaram que o aumento na quantidade de frutos na planta produz frutos menores. Enquanto, sob água salina, o cálcio mitigou o efeito do estresse.

Os resultados dos índices de amadurecimento precoce (IE) e cultivo concentrado (IC) estão realçados na Figura 4.4, onde pode-se observar a distribuição percentual da produtividade semanal e acumulada nas combinações entre salinidade e adubação calcítica. Observa-se que para a colheita de 20% da produção levou-se, em média, 4,3, 4,2, 4,5 e 4,2 semanas quando irrigou-se com água não salina, sem e com adubação calcítica, e com água salina, sem e com

aplicação de cálcio, respectivamente. Enquanto para se colher 50% da produtividade levou-se, em média, 7,2, 6,4, 8,3 e 6,7 semanas.

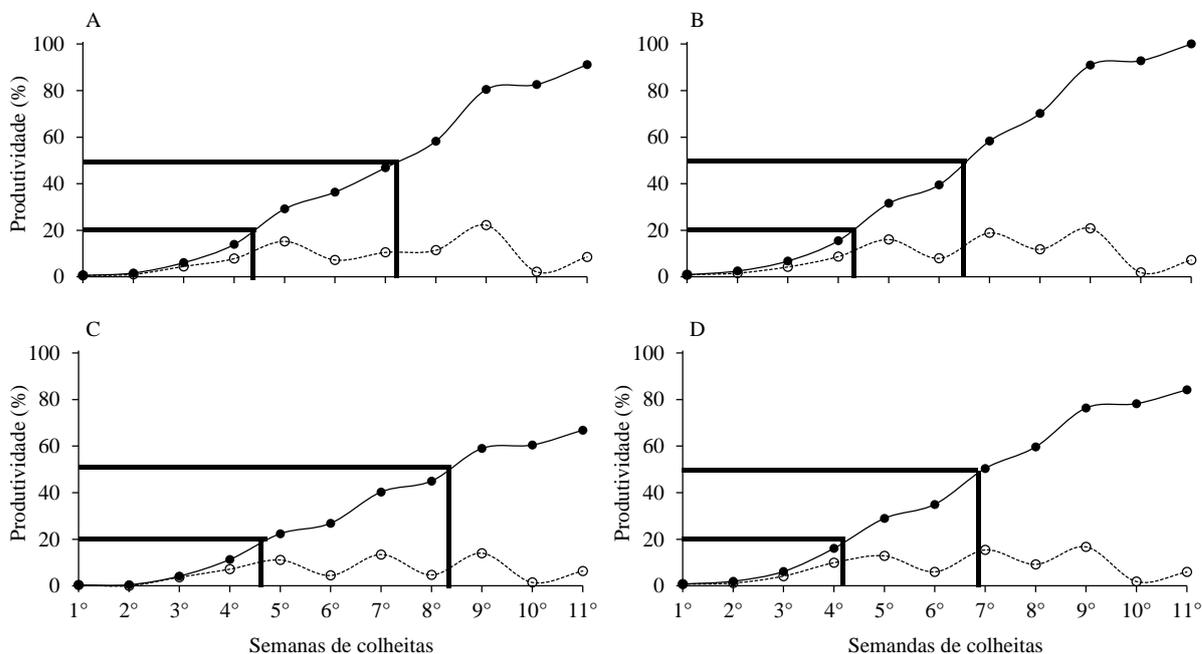
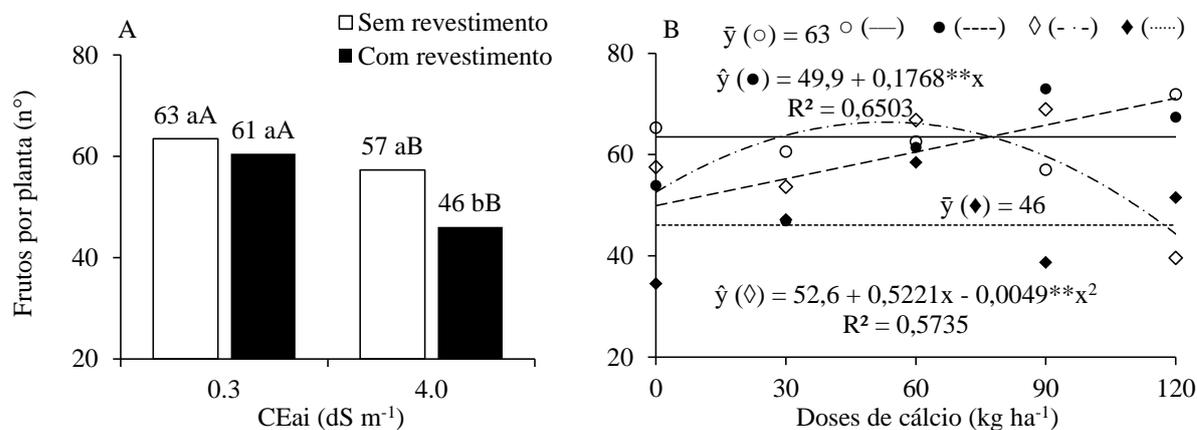


Figura 4.4 Distribuição percentual da produtividade do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, semanal (○) e acumulada (●), em cultivo com irrigação com água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) sem (A) e com (B) adubação calcíca e quando irrigado com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) sem (C) e com (D) adubação calcíca.

4.3.3 Número de Frutos por Planta

O número de frutos por planta foi afetado pela interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 5,55$; $p = 0,0008$). A quantidade de frutos produzidos foi reduzida quando irrigou-se com água salina, observando reduções no número de frutos por planta de 63 para 57 (10%), nas covas sem revestimento, e de 61 para 46 (25%), nas covas com proteção lateral, sob irrigações com água de $0,3$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Figura 4.5A). O revestimento lateral das covas intensificou a redução no número de frutos por planta nas covas irrigadas com água salina, passando de 63 para 46 (27%) sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ nas covas sem revestimento e com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ nas covas com revestimento, respectivamente. O aumento nas doses de cálcio em 10 kg ha^{-1} , nas covas revestidas lateralmente e irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, estimulpu a produção com média de 1,8 frutos por planta atingindo valor máximo de 71 frutos com aplicação de 120 kg

ha⁻¹ de cálcio. Sob irrigação com água salina (4,0 dS m⁻¹), nas covas sem revestimento, o cálcio também proporcionou aumento na quantidade de frutos com máximo de 67 frutos sob aplicação de 53 kg ha⁻¹ de cálcio (Figura 4.5B).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

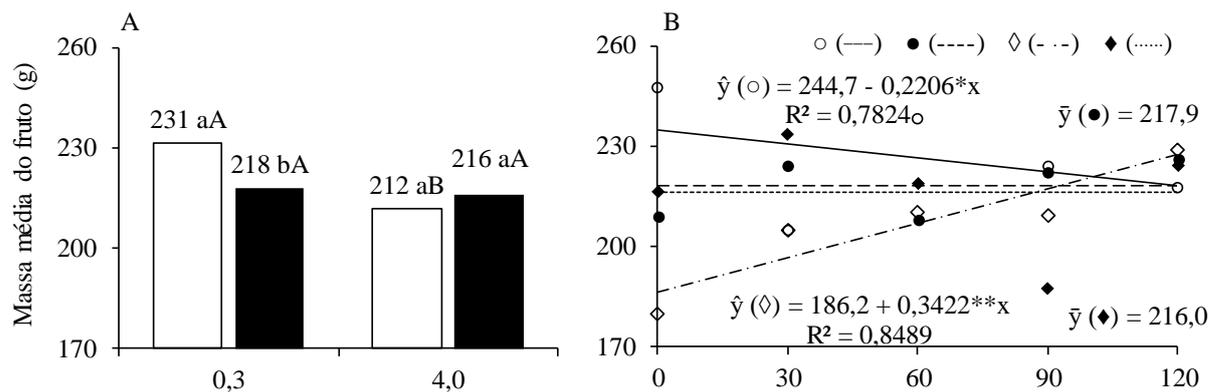
Figura 4.5 Número de frutos por planta no maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (○) e com (●) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ e, sem (◇) e com (◆) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹.

A quantidade de frutos na planta está relacionada à fatores intrínsecos (Cavalcante et al., 2016) e ambientais (Souza et al., 2012; Cavichioli et al., 2006) e, como componentes do número de frutos por planta se pode citar a emissão de ramos produtivos, a produção de flores, a polinização e, o pegamento dos frutos. Como observado por Hafle et al. (2009), a redução nos ramos produtivos reduziu a produção de frutos no maracujazeiro. Nesse sentido, observou-se que o efeito do estresse salino na produção de frutos pode estar relacionado tanto a redução no número de ramos produtivos (Freire et al., 2012; Souza et al., 2016), como a redução no comprimento dos entrenós dos ramos e de botões florais (Dias et al., 2013). Dias et al. (2012) observaram que o aumento de 1 dS m⁻¹ na condutividade elétrica da água de irrigação reduziu, em média, três frutos no maracujazeiro. Quanto ao cálcio, Cavalcante et al. (2014, 2015) observaram maior quantidade de frutos no maracujazeiro com aplicação foliar deste macronutriente. Em plantas de maracujá a produção de frutos está diretamente relacionada a

polinização (Ataíde et al., 2012), sendo que o cálcio atua no crescimento apical do tubo polínico (Muengkaew et al., 2016; Taiz et al., 2017).

4.3.4 Massa Média do Maracujá

A massa média dos frutos foi afetada pela interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 5,68$; $p = 0,0007$). A maior massa média do maracujá foi obtida no cultivo irrigado com água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) em covas não revestidas, com 231 g (Figura 4.6A). O revestimento das covas e a irrigação com a água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) reduziram a massa média dos frutos para 218 e 212 g, respectivamente provocando perdas respectivas de 6 e 8%. Com uso de água salina não se observou diferença na massa média do maracujá relacionado ao revestimento. Cada aumento unitário na dose de cálcio reduziu a massa do fruto em 0,22 g quando irrigado com água não salina as covas sem revestimento (Figura 4.6B). Nas covas revestidas lateralmente, tanto na água não salina como a salina, não se ajustaram a nenhuma função entre doses de cálcio e massa de frutos. A perda de massa do fruto ocasionada pela salinidade, observada nas covas sem revestimento, foi mitigada pelo cálcio. Nesta situação a menor massa do fruto foi de 186 g sem aplicação de cálcio passando ao máximo de 227 g sob a dose de 120 kg ha^{-1} de cálcio, ou seja, incremento de 0,34 g para cada aumento unitário de cálcio aplicado.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 4.6 Massa média do maracujá amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (\circ) e com (\bullet) revestimento das covas sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e, sem (\diamond) e com (\blacklozenge) revestimento das covas sob irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

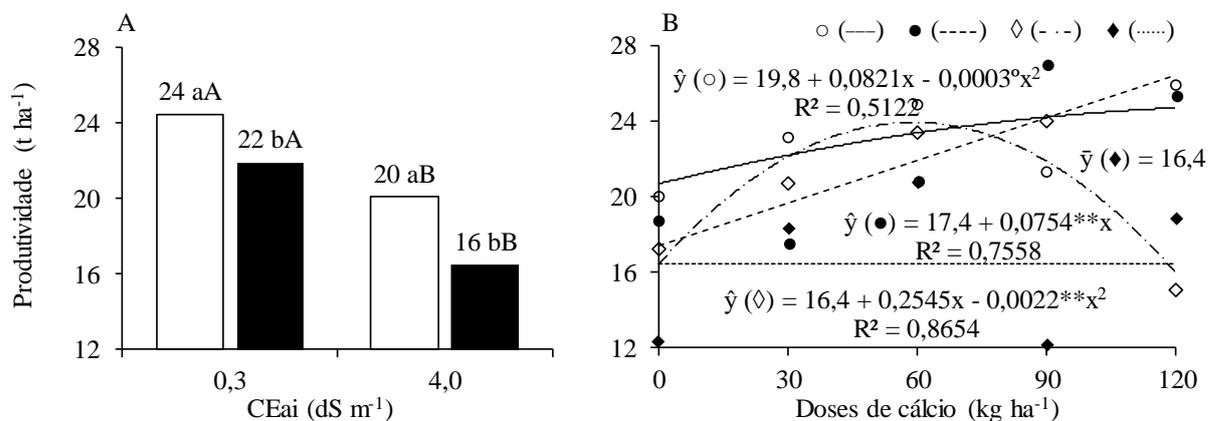
Na fase reprodutiva os frutos são uns dos principais drenos de fotoassimilados em plantas (Taiz et al., 2017), podendo reduzir a massa dos frutos quando se aumenta a quantidade de frutos (Lins et al., 2013; Pereira et al., 2017). A redução na fotossíntese líquida pode diminuir a massa dos frutos. Nesses sentidos, Freire et al. (2014) e Nunes et al. (2017) observaram que a salinidade da água de irrigação reduz a assimilação de gás carbônico em plantas de maracujazeiro amarelo; interferindo negativamente nas reações bioquímicas que ocorrem no estroma dos cloroplastos (Cruz et al., 2017) como também podem estimular o fechamento dos estômatos, reduzindo as trocas gasosas. Dias et al. (2012) observaram redução de $12,5 \text{ g}$ no maracujá com aumento de 1 dS m^{-1} na condutividade elétrica da água de irrigação. Enquanto Souza et al. (2018) observaram redução de 9% (20 g por fruto) ao se elevar a condutividade elétrica da água de irrigação de $0,35$ para $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

A redução na massa dos frutos, com aumento nas doses de cálcio sob irrigação com água não salina, pode estar relacionada a interferência na absorção de nutrientes. Cavalcante et al. (2014, 2015) observaram aumento na massa média do maracujá ao se aplicar cálcio foliar na concentração de até 1 g L^{-1} , com redução após esta concentração. Sob irrigação com água de 4 dS m^{-1} o cálcio mitigou o estresse salino, pois este cátion divalente além de ser antagonista com

o sódio (Garcia et al., 2007) tem o poder de desloca-lo do complexo sortivo do solo (Tavares Filho et al., 2012; Fontenele et al., 2014), facilitando sua precipitação e/ou lixiviação.

4.3.5 Produtividade do Maracujazeiro

A produtividade do maracujazeiro BRS GA1 foi afetada pela interação entre condutividade elétrica da água de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de cálcio ($F = 7,66$; $p < 0,0001$). A produtividade foi menor quando se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 para 4,0 dS m^{-1}), com reduções de 17% (24 para 20 t ha^{-1}) nas covas não revestidas e de 27% (22 para 16 t ha^{-1}) nas covas revestidas lateralmente com filmes plásticos (Figura 4.7A). O revestimento também prejudicou a produtividade, reduzindo em 2 (8%) e 4 t ha^{-1} (20%) sob irrigação com água de 0,3 e 4,0 dS m^{-1} , respectivamente. O efeito deletério da água salina foi potencializado pelo revestimento das covas reduzindo a produtividade de 24 para 16 t ha^{-1} , ou seja, perda de 8 t ha^{-1} ou 33%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre revestimento da cova e maiúscula entre condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

° e *: significativo a 10 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 4.7 Produtividade do maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1, em função do revestimento lateral das covas e salinidade da água (A) e das doses de cálcio (B) nos tratamentos sem (\circ) e com (\bullet) revestimento das covas sob irrigação com água de 0,3 dS m^{-1} e, sem (\diamond) e com (\blacklozenge) revestimento das covas sob irrigação com água de 4,0 dS m^{-1} .

Para a produtividade do maracujazeiro amarelo o número de frutos é um dos principais caracteres (Lúcio et al., 2013), sendo encontrado neste caso uma correção de Pearson (ρ) de

0,92 ($t = 21,25$; $p < 0,0001$) entre os frutos por planta e a produtividade, enquanto deste com a massa média de frutos encontrou-se $\rho = 0,30$ ($t = 2,80$; $p = 0,0064$). Dessa forma, a salinidade reduziu a produtividade principalmente pela redução na produção de frutos. Dias et al. (2012) também observaram que a produção do maracujazeiro reduziu como o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, estimado perda de 37% ao se elevar a salinidade de 0,5 à 4,5 dS m⁻¹. Enquanto, Nunes et al. (2017) não obtiveram variação significativa na produtividade do maracujazeiro irrigado com água de 0,35 e 4,0 dS m⁻¹ de condutividade elétrica.

O aumento nas doses de cálcio elevou a produtividade (Figura 4.7B). Com a irrigação das covas sem revestimento com água não salina, o incremento médio na produtividade foi de 45,8 kg ha⁻¹ de frutos para cada aplicação de um quilograma de cálcio, ou seja, a produtividade aumentou de 19,8 t ha⁻¹ na ausência de adubação calcária para 25,3 t ha⁻¹ sob a dose de 120 kg ha⁻¹ de cálcio. Enquanto nas covas revestidas lateralmente e irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹ a produtividade passou de 17,4 para 26,4 t ha⁻¹ sob as respectivas doses de 0 e 120 kg ha⁻¹ de cálcio, incremento médio de 75 kg de frutos por quilograma de cálcio. A irrigação com água salina (4,0 dS m⁻¹), nas covas sem revestimento, o cálcio aumentou a produtividade até a dose de 58 kg ha⁻¹ obtendo-se 23,8 t ha⁻¹ de maracujá. No arranjo, irrigação com água salina em covas revestidas lateralmente, não se obteve relação funcional entre produtividade e doses de cálcio com média de 16,4 t ha⁻¹.

Efeitos positivos da adubação com cálcio também foram registrados por Cavalcante et al. (2014, 2015) ao avaliarem fontes e doses de cálcio via foliar em maracujazeiro. Cavalcante et al. (2014) obtiveram produtividades máximas de 11,2 e 11,9 t ha⁻¹ obtidos com a aplicação foliar de cálcio utilizando nitrato e cloreto de cálcio, respectivamente. O cálcio não apenas estimulou a produção do maracujazeiro, mas também mitigou o efeito da salinidade da água de irrigação.

4.4 CONCLUSÕES

A água salina retarda a colheita, reduz o número e a massa do fruto e a produtividade do maracujazeiro cv. BRS GA1;

A adubação com cálcio promove efeitos positivos em um Neossolo Regolítico com baixo teor desse nutriente;

O revestimento lateral das covas não exerceu efeitos positivos no cultivo de maracujazeiro irrigado com água salina;

A aplicação de 60 kg ha⁻¹ de cálcio atenua os efeitos da irrigação com água salina na produção do maracujazeiro.

4.5 REFERÊNCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 56), 2006. 298p.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- Ataíde, E. M.; Oliveira, J. C. de; Ruggiero, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D. C. cultivado em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 377-381, 2012.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Bezerra, I. L.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S. de; Barbosa, J. L. Physiological indices and growth of 'paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018.
- Borges, A. L.; Souza, L. de S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141), 2010. 4p.
- Camilo, Y. M. V.; Souza, E. R.; Vera, R.; Naves, R. V. Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 192-198, 2013.
- Cavalcante, L. F.; Costa, J. R. M.; Oliveira, F. K. D. de; Cavalcante, I. H. L.; Araújo, F. A. R. de. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005b.
- Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G.; Andrade, R.; Sá, J. R.; Macêdo, J. P. S.; Gondim, S. C.; Cavalcante, I. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, suplemento, p.314-317, 2005a.
- 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. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 69-80, 2014.

- Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. de O.; nunes, J. C.; Diniz, A. A.; Lima Neto, A. J. de; Souto, A. G. de L.; Souza, J. T. A. de. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 35-49, 2015.
- Cavalcante, N. R.; Krause, W.; Carvalho, J. F. de; Rocha, M. K. P.; Palú, E. G.; Silva, C. A. Productivity, fruit physicochemical quality and distinctiveness of passion fruit populations. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, e-142, 2016.
- Cavichioli, J. C.; Ruggiero, C.; Volpe, C. A.; Paulo, E. M.; Fagundes, J. L.; Kasai, F. S.; Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 92-96, 2006.
- Cruz, J. L.; Coelho Filho, M. A.; Coelho, E. F.; Santos, A. A. dos. Salinity reduces carbon assimilation and the harvest index of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, v. 39, n. 4, p. 545-555, 2017
- Dias. T. J.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Freire, J. L. de O.; Nascimento, 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.
- Dias. T. J.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Freire, J. L. de O.; Souto, A. G. de L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.
- Fageria, N. K.; Gheyi, H. R.; Moreira, A. Nutrient bioavailability in salt affected soils. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34 n. 7, p. 945-962, 2011.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- Fontenele, A. J. P. B.; Barros, M. de F. C.; Vasconcelos, R. R. A. de; Silva, E. F. de F. e; Santos, P. M. dos. Growth of cowpea plants inoculated with Rhizobium in a saline-sodic soil after application of gypsum. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 499-507, 2014.
- 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**, v. 4, p. 55-68, 2012.
- Garcia, G. de O.; Ferreira, P. A.; Miranda, G. V.; Neves, J. C. L.; Moraes, W. B.; Santos, D. B. dos. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **IDESIA**, v. 25, n. 3, p. 93-106, 2007.

- Garrone, R. F.; Campos, A. G. de; Silveira, C. P.; Lavres Junior, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 22-31, 2016
- Guo, W.; Nazim, H.; Liang, Z.; Yang, D. Magnesium deficiency in plants: an urgent problem. **The Crop Journal**, v. 4, n. 2, p. 89-91, 2016.
- Hafle, O. M.; Ramos, J. D.; Lima, L. C. de O.; Ferreira, E. A.; Melo, p. C. de. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em: 4 de nov. 2018.
- IDEME. **Anuário Estatístico** - Paraíba 2016. João Pessoa: Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual (IDEME), 2013. 3141p.
- Holanda, J. S. de; Amorim, J. R. A. de; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C. de; Sá, F. V. da S. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2ª ed. 2016. p. 35-50.
- Khanizadeh, S.; Fanous, M. A. Mathematical indices for comparing small fruit crops for harvest time and trait similarity. **HortScience**, v. 27, n. 4, p. 346-348, 1992.
- Lins, H. A.; Queiroga, R. C. F. de; Pereira, A. d. A.; Silva, G. D. da; Albuquerque, J. R. T. de. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de alterações na relação fonte-dreno. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 143-149, 2013.
- Lúcio, A. Dal'Col; Storck, L.; Krause, W.; Gonçalves, R. Q.; Nied, A. H. Relações entre os caracteres de maracujazeiro-azedo. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, 2013.
- Mesquita, F. de O.; Rebequi, A. M.; Cavalcante, L. F.; Souto, A. G. de 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.
- Muengkaew, R.; Chaiprasart, P.; Wongsawad, P. Calcium-boron addition promotes pollen germination and fruit set of mango. **International Journal of Fruit Science**, v. 17, n. 2, p. 147-158, 2016.
- Nomura, E. S.; Damatto Junior, E. R.; Fuzitani, E. J.; Amorim, E. P.; Silva, S. de O. e. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, vale do Ribeira, São Paulo – Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 112-122, 2013.

- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Souza, J. T. A.; Almeida, D. J. de; Oresca, D.; Fernandes, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 168-183, 2017.
- Pereira, A. M.; Queiroga, R. C. F.; Pereira, F. H. F.; Silva, Z. L.; Santos, E. F. Characteristics of muskmelon fruits in relation to temporary row cover and the number of fruits. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 591-598, 2017.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- Silva, M. L. de S.; Trevizam, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição de plantas. **Informações Agrônômicas**, n. 149, p. 10-16, 2015.
- 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.
- Souza, J. T. A.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Bezerra, F. T. C.; Nunes, J. A. da S.; Silva, A. R.; Oresca, D.; Cavalcante, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 32, p. 2994-3003, 2016.
- Souza, J. T. A.; Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. A. da S.; Pereira, W. E.; Freire, J. L. de O.; Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 535-540, 2018.
- Souza, S. A. M.; Martins, K. C.; Azevedo, A. M. de; Pereira, T. N. A. Fenologia reprodutiva do maracujazeiro-azedo no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1774-1780, 2012.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Tavares Filho, A. N.; Barros, M. de F. C.; Rolim, M. M.; Silva, E. F. de F. e. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino-sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.247–252, 2012.

Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.

Anexo IV

Tabela 4.2 Resumo das análises de variâncias referentes as variáveis ramos produtivos (RP), índice de amadurecimento precoce (IE), índice de colheita (IC) número de frutos por planta (NFP), massa média de frutos (MMF), Produtividade (PROD) de maracujazeiro amarelo cultivar BRS Gigante Amarelo em relação aos fatores condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), revestimento lateral das covas (R) e adubação calcítica (C)

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio					
		RP	IE	IC	NFP	MMF	PROD
Bloco	3	17,4124 ^{ns}	245,6058 ^{ns}	0,0503 ^{ns}	98,4917 ^{ns}	1127,6104	30,1153 ^{ns}
CEai	1	133,0256 ^{ns}	13409**	0,0005 ^{ns}	2126,6781**	2336,2317	479,5919**
Resíduo (a)	3	57,6814	186,4696	0,0266	24,8734	400,1979	3,6839
Cálcio (C)	4	208,6771**	625,7917**	0,0172 ^{ns}	304,3707*	955,1542*	31,9561*
Revestimento (R)	1	4,9638 ^{ns}	922,1335**	0,0069 ^{ns}	1007,1116**	431,7385	189,7576**
R x C	4	72,0594*	181,5404 ^{ns}	0,0295 ^{ns}	233,0090 ^{ns}	158,8008	35,0761*
CEai x C	4	128,3799**	2907,5911**	0,0299 ^{ns}	370,0664*	1055,6219**	59,8100**
CEai x R	1	0,4256 ^{ns}	143,7127 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	342,0472 ^{ns}	1588,0675*	5,604 ^{ns}
CEai x R x C	4	89,8820**	372,5969*	0,0040 ^{ns}	576,2284**	1554,9581**	86,4665**
Resíduo (b)	54	23,2253	121,8383	0,0129	103,8212	273,6795	11,2909
CV (a)		19,99	27,31	20,91	8,77	9,12	9,27
CV (b)		12,68	22,08	14,56	17,91	7,54	16,23
Médias		38	50	0,78	56,9	219,3 g	20,7 t ha ⁻¹

^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.